

Vol. 6 N 4 2024



საზოგადოებრივი
მეცნიერებების

აზიისა და
აფრიკის

GEORGIAN
SCIENTISTS

საზოგადოებრივი მეცნიერებების
აზიისა და აფრიკის

ASSOCIATION FOR SCIENCE

E-ISSN 2667-9760

Georgian Scientists

ქართველი მეცნიერები

ასოციაცია მეცნიერებისათვის

Association for Science

Journal DOI: <https://doi.org/10.52340/gs>

<https://journals.4science.ge/index.php/GS/index>

სარედაქციო საბჭო

თამარ ხახუტაშვილი: მთავარი რედაქტორი, კომპიუტერული მეცნიერებების მაგისტრი, ასოციაცია მეცნიერებისათვის პრეზიდენტი; თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკის დირექტორი <https://orcid.org/0000-0003-0953-2073>

ნინო ბერიანიძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, მთავარი რედაქტორის მოადგილე, კომპიუტერული მეცნიერებების მაგისტრი

მარიეტა სულაბერიძე - რედაქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, კომპიუტერული მეცნიერებების მაგისტრი

ომარ ლანჩავა - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ტექნიკური მეცნიერებების დოქტორი, პროფესორი ; <https://orcid.org/0000-0003-4249-9404>

მალხაზ წიქარიშვილი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, რედაქტორი, პროფესორი

გელა ყიფიანი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, რედაქტორი, პროფესორი

მარინა ქურდაძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, პროფესორი, ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

მარიამ კობერიძე - გორის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პროფესორი

გიორგი გოროშიძე - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი, <https://orcid.org/0000-0002-6244-2942>

ვახტანგ კვაჭაძე - ფიზიკის მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს წევრი; <https://orcid.org/0000-0002-3875-505X>

ლელა ბახტაძე - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი

ავთანდილ ამირანაშვილი - მ. ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ფიზიკა-მათემატიკის დოქტორი

აგაევ რაუფ მაგსუდ ოღლუ - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, აკადემიკოს მ. თოფჩუბაშევის სახელობის ქირურგიის სამეცნიერო ცენტრის დირექტორი, აზერბაიჯანის სამედიცინო უნივერსიტეტის ქირურგიული სნეულებათა დეპარტამენტის პროფესორი, კათედრის გამგე (ბაქო, აზერბაიჯანი)

ირაკლი ნადირაძე - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, პათოლოგიისა და კანის სიმსივნეების ცენტრის ხელმძღვანელი, საქართველო ისრაელის ერთობლივი კლინიკა GIDMEDI: თბილისი, საქართველო; <https://orcid.org/0000-0002-4764-655X>

ელი კაკიაშვილი - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ქირურგი, გალილეის სამედიცინო ცენტრი, ნაჰარია, ისრაელი; მედიცინის ფაკულტეტი გალილეაში, ბარ ილანის უნივერსიტეტი, საფადი, (ისრაელი); <https://orcid.org/0000-0002-8796-9724>

ლუის მ. ალედორტი - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, მერი ვაინფელდი კლინიკური კვლევის პროფესორი ჰემოფილიაში, მოუნთ სინაის მედიცინის სკოლა, ნიუ იორკი

ნადეი ჰაკიმი - GCSJ, MD, PhD, FRCS, FRCSI, FACS, FICS(Hon), FASMBS, FIMSA(Hon) მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ტრანსპლანტაციის ქირურგი, ლონდონის საიმპერატორო კოლეჯი, ლონდონი, დიდი ბრიტანეთი; ზოგადი ქირურგი, კლივლენდის კლინიკა (ლონდონი, დიდი ბრიტანეთი); <http://orcid.org/0000-0001-9442-7950>

მამუკა ზოკუჩავა - პროფესორი, სისხლძარღვთა ქირურგი, ანგიოლოგი, მედიცინის დოქტორი, ნ. ბოხუას სახელობის სისხლძარღვთა და გულის დაავადებათა ცენტრის დირექტორის მოადგილე; <https://orcid.org/0000-0002-6719-1302>

მერაბ კილაძე - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი. აშშ-ს, საერთაშორისო, ევროპის და რუსეთის ქირურგთა ასოციაციების წევრი, ქირურგი, კლინიკა გიდმედის ქირურგიული სამსახურის უფროსი

გოგი (გიორგი) ბოჭორიშვილი - პროფესორი, მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, უროლოგი, თბილისი, საქართველო

ნინო კიკნაძე - სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, ქიმიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი. საქართველოს გარემოს დაცვის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი. ამერიკის ქიმიის საზოგადოების (ACS) წევრი, ბათუმი, საქართველო; <https://orcid.org/0000-0001-7864-3899>

ავთანდილ ბარდაველიძე - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ტექსტის რედაქტორი:

მარიამ ჩაჩანიძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

მიხეილ ერგემლიძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ინფორმატიკის ბაკალავრი

ვებ რედაქტორი:

გიორგი ბანეთიშვილი - თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ეროვნული სამეცნიერო ბიბლიოთეკა

სარჩევი

მაია დარჩიძე, დავით ხარაზიშვილი, ნათელა ვარშანიძე, ნინო მემიაძე, ინგა დიასამიძე არსიანის და აჭარა-შავშეთის ქედების ეთნობოტანიკური კვლევის შედეგები: სტატია გამოიცემა ბათუმის საერთაშორისო კონფერენციის - "ბიომრავალფეროვნების ცალკეული კომპონენტის შესწავლა, დაცვა, შენარჩუნება, გონივრული გამოყენება" ფარგლებში. https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.01 -----	1-10
დალი ლაღანიძე, ნინო ნაზარაშვილი, ეკატერინე აბაშიძე, მარიამი აზნარაშვილი, ეთერი გვრიტიშვილი საქართველოში გავრცელებული კარტოფილის ცისტოიანი ნემატოდების სახეობრივი იდენტიფიკაცია, ფილოგენეტიკა და პათოტიკები: სტატია გამოიცემა ბათუმის საერთაშორისო კონფერენციის - "ბიომრავალფეროვნების ცალკეული კომპონენტის შესწავლა, დაცვა, შენარჩუნება, გონივრული გამოყენება" ფარგლებში. https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.02 -----	11-20
გიორგი დარსაველიძე, კახაბერი შამათავა, ავთანდილ სიჭინავა, ია ყურაშვილი, მარინა ქადარია ელექტრონებით დასხივების გავლენა მონოკრისტალური p-Si+2ატ%Ge შენადნობის ინდენტრებით ინდუცირებული დეფორმაციის მახასიათებლებზე https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.03 -----	21-27
ლარისა თირქია, თამარ ზარანდია ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღში გავრცელებულ ზოგიერთ მერქნიან მცენარეთა მაკვებელ-დაავადებებთან ბრძოლის ღონისძიებები: სტატია გამოიცემა ბათუმის საერთაშორისო კონფერენციის - "ბიომრავალფეროვნების ცალკეული კომპონენტის შესწავლა, დაცვა, შენარჩუნება, გონივრული გამოყენება" ფარგლებში. https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.04 -----	28-31
ემელიანე გოგილიძე, ნათია გოგილიძე Effectiveness of Digital Technologies in Managing Logistics Processes https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.05 -----	32-40
ნატო ფაილოძე, თეკლა დეისაძე, მარიამ ქარქაშაძე ტრიკოტაჟის საქსოვ მანქანაზე ქსოვის პროცესში წარმოქმნილი დეფექტები https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.06 -----	41-49
მზია ბერუაშვილი, გოჩა წერეთელი, მანანა კერესელიძე, მზეინაბ სარალიძე, გივი წილოსანი ბიომრავალფეროვნებისა და დამხმარე მცენარეების ალელოპათიური შესაძლებლობების გამოყენება პომიდვრის ბიოწარმოებაში: სტატია გამოიცემა ბათუმის საერთაშორისო კონფერენციის - "ბიომრავალფეროვნების ცალკეული კომპონენტის შესწავლა, დაცვა, შენარჩუნება, გონივრული გამოყენება" ფარგლებში https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.07 -----	50-58
ჯაბა ტყემალაძე ცენტრიოლის არარსებობა და რეგენარცია https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.08 -----	59-75
თამარ ჩიტოშვილი	

უსაფუძვლო გამდიდრებიდან წარმოშობილი ურთიერთობა და მომწესრიგებელ ნორმათა კონკურენცია	76-96
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.09	
ნიკა ტყემელაშვილი	
უპილოტო საფრენი აპარატები და ხელოვნური ინტელექტი ძალიან მაღალი რეზოლუციის რუკათმედგენისა და ობიექტების ავტომატური ამოცნობისათვის	97-109
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.10	
იზოლდა მამულაიშვილი, ეკატერინე გობრონიძე	
სტევის კულტურის აგროტექნოლოგია საქართველოში	110-123
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.11	
ომარ ლანჩავა, ნინო რატიანი, თეიმურაზ კუნჭულია, ზაზა ხოკერაშვილი, ნინო არუდაშვილი, ალექსანდრა კარდოსოვა	
ხანძრის განვითარების სცენარები სხვადასხვა დახრილობის გვირაბის ფიზიკურ მოდელებზე	124-138
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.12	
ლანა კოდანოვი	
ჩილე-პატაგონიის და ბრაზილიის ფლორისტული ოლქის მრავალფეროვნება ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში	139-143
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.13	
მარიამ დარახველიძე	
შრომის უსაფრთხოების სახელმწიფო სტრატეგია და სამშენებლო სექტორში რისკების შეფასების სისტემის ჩამოყალიბების გზები	144-149
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.14	
ნინო რატიანი, ნანა რაზმაძე, მარიამ დარახველიძე	
შრომის უსაფრთხოების სისტემის დანერგვა და განვითარება საქართველოსა და სხვა ქვეყნებში	150-166
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.15	
ლელა ებრალიძე	
სოციალური სატირა ოსკარ უაილდის ზღაპრებში	167-183
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.16	
ნანა მაისურაძე	
როგორ განვსაზღვროთ ფიზიკის ტექსტის კითხვადობა	184-189
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.17	
ირმა მანჯავიძე, პირდარა ნოზაძე, დალი ჩიტაიშვილი, ლია ოტიაშვილი	
ბიოეთიკური მიდგომები სიმულაციურ სწავლებაში	190-203
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.18	
ლეონიდ-ლუკა კაზანჯი	
პერსონალური მონაცემები ციფრულ ეპოქაში-ტექნოსოფია და ინფორმაციული სამართალი	204-216
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.19	
თამარ ნოზაძე, ლელა წითაშვილი, ივლიანე ნოზაძე	
კომპიუტერული მოდელირებით რადიო სიხშირის EM გამოსხივების ეფექტების კვლევა ადამიანზე	217-227
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.20	

ჯაბა ტყემალაძე

ღეროვანი უჯრედების გაყოფის სიჩქარე ორგანიზმის ასაკთან ერთად მცირდება

<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.21>----- 228-242

ზურაბ ბუკია

ციტრუსოვანთა (Citrus) ბიომრავალფეროვნება და ჯიშთშექმნა - კონსერვაციის ზოგიერთი საკითხი: სტატია გამოიცემა ბათუმის საერთაშორისო კონფერენციის - "ბიომრავალფეროვნების ცალკეული კომპონენტის შესწავლა, დაცვა, შენარჩუნება, გონივრული გამოყენება“ ფარგლებში.

<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.22>----- 243-248

Dr. Dominik Wróbel

Problems of managing valuable natural wetlands in south-eastern Poland on the example of selected peatland reserves: The article is published within the Batumi International Conference - "Study, Protection, Preservation, Wise Use of Separate Components of Biodiversity".

<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.23>----- 249-262

ნოდარ სულაშვილი, მაგდა დავითაშვილი, ნანა გორგასლიძე, ლუიზა გაბუნია, მარგარიტა ბეგლარიანი, ნატო ალავიძე, იგორ სენიუკი, ვირა კრავჩენკო, ნინო აბულაძე, ქეთევანი გაბუნია, მარინა გიორგობიანი, მარიკა სულაშვილი
CAR-T უჯრედების იმუნოთერაპიაში გამოყენების თავისებურებებისა და გამოწვევების ზოგიერთი საკითხის სამეცნიერო განხილვა

<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.24>----- 263-290

Jaba Tkemaladze

Elimination of centrioles

<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.25>----- 291-307

თენგიზ ხაჩიძე, ნიკოლოზ ხაჩიძე

ინფრაწითელი გამოსხივების კონცენტრირების ზოგიერთი ასპექტი

<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.26>----- 308-313

ცისანა ცეცხლაძე, ლამზირი გორგილაძე, ქეთინო ნაცარიშვილი, ქეთინო სიხარულიძე, ქეთევან მემარნე

კარტოფილის ადგილობრივი და ინტროდუცირებული ჯიშების გამძლეობა ალტერნარიოზის მიმართ დასავლეთ საქართველოს პირობებში: სტატია გამოიცემა ბათუმის საერთაშორისო კონფერენციის - "ბიომრავალფეროვნების ცალკეული კომპონენტის შესწავლა, დაცვა, შენარჩუნება, გონივრული გამოყენება“ ფარგლებში.

<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.27>----- 314-329

ნარგიზა ქარქაშაძე, ჯამბულ ბიწაძე, შურა უკლება

იმერეთის ტურიზმის განვითარებაში ადგილის მარკეტინგის გამოყენებისა და პერსპექტივების შესახებ (ქალაქ ქუთაისის მაგალითზე)

<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.28>----- 330-341

მარიამ კობერიძე

მოსკოვის ლაზარევის ინსტიტუტის ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრა და ილია ოქრომჭედლიშვილი

<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.29>----- 342-349

ზაზა ჯავაშვილი, გიორგი ბიბილეიშვილი, ნანა გოგესაშვილი, ელენე კაკაბაძე, მზია კეჭერაშვილი, თინათინ ბუთხუზი

ბუნებრივი წყლის ულტრაფილტრაციული მემბრანების მიღება და კვლევა პოლიეთერსულფონის ბაზაზე https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.30	350-354
მზია კეჭერაშვილი, გიორგი ბიბილეიშვილი, ლიანა ყუფარაძე, ნანა გოგესაშვილი, ზაზა ჯავაშვილი, ელენე კაკაბაძე ტურბულენტური ნაკადის პირობებში ულტრაფილტრაციული პროცესების კვლევა ჰიდროდინამიკური რეჟიმული პარამეტრების ოპტიმიზაციისათვის https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.31	355-359
ნანა გოგესაშვილი, გიორგი ბიბილეიშვილი, ლიანა ებანოძე, ელენე კაკაბაძე, ზაზა ჯავაშვილი, თინათინ ბუთხუზი არაგამხსნელის ფუძე-მჟავური ბუნების გავლენის კვლევა ფაზური ინვერსიით მიღებული მემბრანების მახასიათებლებზე https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.32	360-364
ლიანა ებანოძე, გიორგი ბიბილეიშვილი, ელენე კაკაბაძე, ზაზა ჯავაშვილი, მზია კეჭერაშვილი, თინათინ ბუთხუზი პოლიმერული კომპოზიციის ელექტროკინეტიკური პოტენციალის დამოკიდებულება მიღებული მყარი აბკის გაღწევადობასთან https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.33	365-370
მანანა მამულაშვილი, გიორგი ბიბილეიშვილი, თინათინ ბუთხუზი, ზაზა ჯავაშვილი, ელენე კაკაბაძე, ლიანა ებანოძე სიბლანტის წარმადობაზე დამოკიდებულების ექსპერიმენტული კვლევა საფილტრაციო ხსნარებში https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.34	371-374
ელენე კაკაბაძე, გიორგი ბიბილეიშვილი, ლეილა თანანაშვილი, ზაზა ჯავაშვილი, მანანა მამულაშვილი, ლიანა ებანოძე სხვადასხვა ტიპის ღვინომასალის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავების ადგილობრივი და საერთაშორისო პატენტების ანალიზი https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.35	375-378
ლიანა ყუფარაძე, გიორგი ბიბილეიშვილი, მზია კეჭერაშვილი, ზაზა ჯავაშვილი, ლიკა ებანოძე, თინათინ ბუთხუზი ტურბულენტური ნაკადის განხორციელების გზით ტანგენციალური ბარომემბრანული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.36	379-383
ნუნუ კუტალაძე, ზურაბ მიქელაძე, სოფიო პაპუნძიძე, თამარ გოგოლიშვილი, თემურ გორგილაძე ბიოპრეპარატების გამოყენება ციტრუსების პლანტაციაში https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.37	384-398
ჯაბა ტყემალაძე The Concept of Data-Driven Automated Governance https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.38	399-410
ნოდარი შოშიტაშვილი, გულნარი ჩხუტიაშვილი ქართული ხორბალი და მისი მოხმარების სოციალურ-კულტურული ასპექტები https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.39	411-418

გუჩა კობაიძე, მარინა ჯანელიძე, თამარ საყვარელიძე, შოთა კეპულაძე, სოფიკო ქარცივაძე	
პოსტკოვიდური სინდრომის კოგნიტურ-მნესტიური და ემოციური დისფუნქციის შეფასება - ლიტერატურის კრიტიკული მიმოხილვა	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.40	419-436
ნოდარ ბერიძე, ზურაბ ბუკია, შოთა ლამპარაძე	
ბიომრავალფეროვნებისაკენ მიმავალი ზოგიერთი მეთოდის შესახებ ციტრუსოვანთა (Citrus) სელექციაში	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.41	437-443
ირინა ყრუაშვილი	
სიტყვაწარმოება გერმანული ენის საუნივერსიტეტო მეცადინეობაზე - მნიშვნელოვანი დონე ლექსიკასა და გრამატიკას შორის	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.42	444-460
გულთამაზე თავდგირიძე	
თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.43	461-468
მარიამ მჭედლიშვილი, ლალი ტაბატაძე, დავით გვენცაძე, ანტონინა მსხილაძე, ლევან ლონდარიძე	
ორგანული ნაერთებით მოდიფიცირებული, "იუკა დიდებულის" საფუძველზე შემუშავებული ბიოკომპოზიტების თერმოგრაფიმეტრიული ანალიზი	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.44	469-477
ლეონიდ-ლუკა კაზანჯი	
ომი, როგორც აქსიონომიური სისტემების დაპირისპირების ისტორიოსოფიური მოვლენა	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.45	478-490
ნინო კარანაძე, გიგი გორგაძე, მიხეილ კურტანიძე, ქეთევან ტყეზურავა, ნინო ჟღენტი, ნინო ჯანყარაშვილი, თინათინ კილასონია, ნინო ლომთაძე	
საქართველოში ოფთალმოლოგიურ დაავადებათა გავრცელების სტატისტიკური კვლევა 16 რეგიონში ჩატარებული საქველმოქმედო დიაგნოსტიკური აქციების მონაცემების საფუძველზე	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.46	491-517
Temel Gokturk	
CURRENT STATUS OF HALYOMORPHA HALYS IN TURKEY	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.47	518-528
ნიკოლოზ ხაჩიძე, თენგიზ ხაჩიძე	
მყარი მასების გამოყენებით სითბური ენერჯის დაგროვების საკითხები მომავალში თბოაკუმულიატორების შექმნის მიზნით	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.48	529-535
ლამზირი ბერაძე, იოსებ ბასილია, რუსუდან ტაკიძე, ესე ჯაყელი, გიორგი საჯაია	
ბზის (Buxus) მიკობიოტა	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.49	536-549
ტოლია კილასონია, აკაკი გიგინეიშვილი, მარეხ მაზანაშვილი	
მართვის და კონტროლის სისტემა მეწყერსაშიში ზონებისათვის	
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.50	550-561

მარეხ მაზანაშვილი, თეიმურაზ ბერიკაშვილი, ტოლია კილასონია ვარდნის დროს სხეულის წონის ცვლილებაზე დაკვირვება პოტენციომეტრული სენსორით შექმნილი სისტემით https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.51 -----	562-569
დათო კუჭაშვილი, ნინო ჯღამაძე რისკის შეფასების მოდელი ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორისათვის https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.52 -----	570-588



არსიანის და აჭარა-შავშეთის ქედების ეთნობოტანიკური კვლევის შედეგები

დარჩიძე მაია¹, ხარაზიშვილი დავით², ვარშანიძე ნათელა³, მემიაძე ნინო⁴, დიასამიძე ინგა⁵

¹დოქტორანტი, ბათუმი შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი, e-mail: maidarchidze89@gmail.com, ²ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის ბოტანიკური ბაღის დირექტორის მოადგილე სამეცნიერო დარგში, e-mail: davit.kharazishvili@gmail.com, ³ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, e-mail: natela.varshanidze@gmail.com, ⁴ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ადგილობრივი ფლორის და კონსერვაციის განყოფილების უფროსი e-mail: ninovaja@gmail.com, ⁵[ბიოლოგიის დოქტორი](mailto:inga.diasamidze@yahoo.com), ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი e-mail: inga.diasamidze@yahoo.com.

აბსტრაქტი

სტატიაში წარმოდგენილია 2022-2023 წლებში არსიანის და აჭარა-შავშეთის ქედებზე, ზ.დ. 1800-2300 მ სიმაღლეზე, ჩირუხის, მაჭარელათის, სარი-ჩაირის, წიფლნარის, შუამთის და თეთრობის იალაღებზე განხორციელებული ეთნობოტანიკური კვლევის შედეგები. აღნიშნული იალაღების მოსახლეობაში ჯერ კიდევ შემორჩენილია ტრადიციული ეთნობოტანიკური ცოდნა, რომელიც მოწყვლადია და დროთა განმავლობაში იკარგება. კვლევისათვის გამოყენებული იყო ეთნობოტანიკური გამოკითხვის და ინტერვიუს ჩაწერის მეთოდი წინასწარ შედგენილი კითხვარით. გამოიკითხა 59 ადამიანი (42 ქალი, 17 მამაკაცი). მონაწილეების შერჩევისას ვცდილობდით დაგვეცვა ბალანსი ასაკობრივ ჯგუფებს შორის (20-88 წ.). მაგრამ მონაწილეთა უმრავლესობა 35 წელზე უხნესი იყო, უმეტესად 50-70 წლის. გამოიკითხა 20-25 წლის რესპოდენტებიც, რომლის საფუძველზეც ირკვევა, რომ ამ თაობაში ცოდნა თითქმის დაკარგულია. კვლევის შედეგად ჩაიწერა ინფორმაცია 22 ოჯახის, 41 გვარის, 47 ველურ სახეობაზე. მათ შორის ხე - 3, ხე-ბუჩქი - 2, ბუჩქი - 6, ნახევრადბუჩქი - 1, ბუჩქ-ბალახი - 1, ბალახი 34, აქედან წიწვოვანი ხე - 2, ფოთოლმცვენი ხე - 1, ფოთოლმცვენი ხე-ბუჩქი - 1, მარადმწვანე ხე-ბუჩქი - 1, ფოთოლმცვენი ბუჩქი - 6, მრავალწლოვანი ნახევრადბუჩქი - 1, მრავალწლოვანი ბუჩქ-ბალახი - 1, მრავალწლოვანი ბალახი - 30, ორ-მრავალწლოვანი ბალახი - 1, ორწლოვანი ბალახი - 1, ერთწლოვანი ბალახი - 2. საკვლევ ტერიტორიებზე მოიალაღების მიერ სამკურნალოდ გამოიყენება - 35, საკვებად - 15, ტექნიკური მიზნით 3 სახეობა. შესწავლილ მცენარეებს შორის კავკასიის ენდემია - 6, საქართველოს - 2 სახეობა, საქართველოს „წითელი ნუსხით“ დაცულია - 2, საერთაშორისო „წითელი ნუსხით“ (IUCN) კი 14 სახეობა.

საკვანძო სიტყვები: ტრადიციული ცოდნა - ეთნობოტანიკა, სამკურნალო სახეობა, ენდემი.

მასალა და მეთოდები

კვლევისათვის გამოვიყენეთ მარშრუტული ექსპედიციის, წინასწარ შედგენილი კითხვარით ეთნობოტანიკური გამოკითხვის და ინტერვიუს ჩაწერის მეთოდი. სავლეს სამუშაოები ჩატარდა 2023 წლის ივნის-სექტემბერში. წინასწარი სიტყვიერი ინფორმირებული თანხმობის მიღების შემდეგ გამოიკითხა 59 მონაწილე. ბალანსის დაცვის მიზნით გამოიკითხა სხვადასხვა ასაკობრივი ჯგუფი (20-88 წ.) და სქესი (42 ქალი, 17 მამაკაცი). ყველა გამოკითხვა ჩატარდა ძირითადად მონაწილეთა სახლებში, ეზოებსა და ზოგჯერ ველადაც, იქ სადაც ამა თუ იმ სახეობის მცენარეს აგროვებდნენ. მცენარეთა სახეობების რკვევა-იდენტიფიკაციისათვის შეგროვდა საჭერბარიუმო მასალა, რომელიც კამერალურად დამუშავდა და ინახება ბათუმის ბოტანიკურ ბაღის ჰერბარიუმის ფონდში. სახეობათა რკვევისთვის გამოვიყენეთ საქართველოს მცენარეთა სარკვევი (1964-1969 წ.წ.), საქართველოს ფლორა (1971-2011) და აჭარის მცენარეების სარკვევი (Дмитриева, 1990). მცენარეების ლათინური დასახელებები მოყვანილია <https://www.worldfloraonline.org> მიხედვით, ქართული სახელწოდებები მოყვანილია მაყაშვილის ბოტანიკური ლექსიკონის მიხედვით (1991).

შესავალი

აჭარა საქართველოს ისტორიული მხარეა, რომელიც განლაგებულია მცირე კავკასიონის დასავლეთში. კვლევა განხორციელდა არსიანის და შავშეთის ქედებზე, რომლებიც თავის მხრივ მცირე კავკასიონის აჭარა-თრიალეთის მთათა სისტემის შემადგენელ ნაწილებს წარმოადგენენ. შავშეთის ქედი ქმნის წყალგამყოფს ჭოროხის მარჯვენა შენაკადებს, ერთი მხრივ, აჭარისწყლისა და მეორე მხრივ მაჭახელასა და იმერხევს შორს. უმაღლესი მწერვალია მთა ხევა (2810 მ.). არსიანის ქედი ქედი წარმოადგენს აჭარისწყლისა და ქვაბლიანის წყალგამყოფს, ე.ი. შეადგენს კასპიისა და შავი ზღვების აუზების წყალგამყოფის ნაწილს, სადაც განლაგებულია მწერვალები: კაიაბაში - 2432 მ., ზამბორი - 2420 მ., ღრმანი - 2541 მ., საყულაფერდი - 2450 მ. ამ ქედზე რამდენიმე გადასასვლელია, მათ შორის ყველაზე ხელსაყრელია გოდერძის უღელტეხილი - 2025 მ. (ხარაზიშვილი, 2006).

მაღალმთიანი აჭარა მცენარეთა თანასაზოგადოებების დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. აქ გვხვდება ტყის, სუბალპური და ალპური სარტყლის მცენარეულობა. ფლორის და მცენარეულობის ღრმად შეცნობა ბუნებრივ სიმდიდრეთა რაციონალური გამოყენების საფუძველია, ამიტომ მას ხანგრძლივი წარსული აქვს (მემიაძე, 1971).

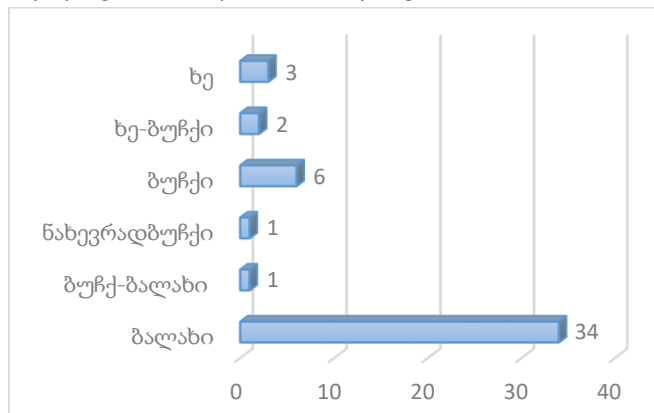
სამხრეთ კოლხეთში, კერძოდ აჭარაში, მცენარეთა გამოყენებას ოდითგანვე დიდი მნიშვნელობა ენიჭებოდა. აქ ჯერ კიდევ შემონახულია ტრადიციული ეთნობოტანიკური ცოდნა, რომელიც მოწყვლადია და მოსახლეობის მხოლოდ მცირე ნაწილშია შემორჩენილი (სალუქვაძე, 1987, ბიძინაშვილი 2011, 2021). ჩვენი კვლევის მიზანია მოსახლეობაში არსებული ეთნობოტანიკური ცოდნის შეგროვება და დოკუმენტირება.

ეთნობოტანიკური კვლევა მაღალმთიანი აჭარის, კერძოდ არსიანის და შავშეთის ქედების იალაღებზე: ჩირუხში, სარი-ჩაირში, მაჭარელათში, წიფლნარში, შუამთაში და თეთრობზე

ჩავატარეთ. გამოიკითხა მოიალაღე 59 ადამიანი, წინასწარი თანხმობის შემდეგ. ჩავიწერეთ მოსახლეობის მიერ გამოყენებული ველური ფლორის სახეობების შესახებ ინფორმაცია (Bussmann, et all., 2020). ჩვენს მიერ აღებული ინფორმაციის საფუძველზე გამოიკვეთა, რომ მოსახლეობა ველურად მოზარდ მცენარეებს საკვებ, სამკურნალო, ტექნიკური (საშემე, სამშენებლო, საცოცხედა ა.შ.) დანიშნულებით იყენებს. ჩავწერეთ ასევე მოსახლეობაში გავრცელებული ველური მცენარეების ადგილობრივი სახელწოდებები, რომლებიც ხშირ შემთხვევაში არ ემთხვევა ლიტერატურულს. გამოიკითხული ადამიანების უმრავლესობა 35 წელზე უხნესი იყო, უმეტესად 50-70 წლის, თუმცა გამოიკითხა 20-25 წლის რესპოდენტებიც. აქედან გამომდინარე ირკვევა რომ, მცენარეთა შესახებ ტრადიციული ეთნობოტანიკური ცოდნა შედარებით ასაკოვან თაობაშია შემორჩენილი, ახალგაზრდებში ეს ცოდნა თანდათან იკარგება. სწორედ ამიტომ აუცილებელია ამ ცოდნის შენარჩუნება, დაცვა და დაინტერესებული მომავალი თაობებისთვის გადაცემას, რაც ჩვენი კვლევის ძირითადი მიზანია.

შედეგები

საკვლევ რეგიონში სულ აღირიცხა მოსახლეობის მიერ გამოყენებული ველური ფლორის 22 ოჯახის, 41 გვარის, 47 სახეობა. მათ შორის ხე - 3, ხე-ბუჩქი - 2, ბუჩქი - 6, ნახევრადბუჩქი - 1, ბუჩქ-ბალახი - 1, ბალახი 34, აქედან წიწვოვანი ხე - 2, ფოთოლმცვენი ხე - 1, ფოთოლმცვენი ხე-ბუჩქი - 1, მარადმწვანე ხე-ბუჩქი - 1, ფოთოლმცვენი ბუჩქი - 6, მრავალწლოვანი ნახევრადბუჩქი - 1, მრავალწლოვანი ბუჩქ-ბალახი - 1, მრავალწლოვანი ბალახი - 30, ორ-მრავალწლოვანი ბალახი - 1, ორწლოვანი ბალახი - 1, ერთწლოვანი ბალახი - 2 (დიაგრამა 1.).



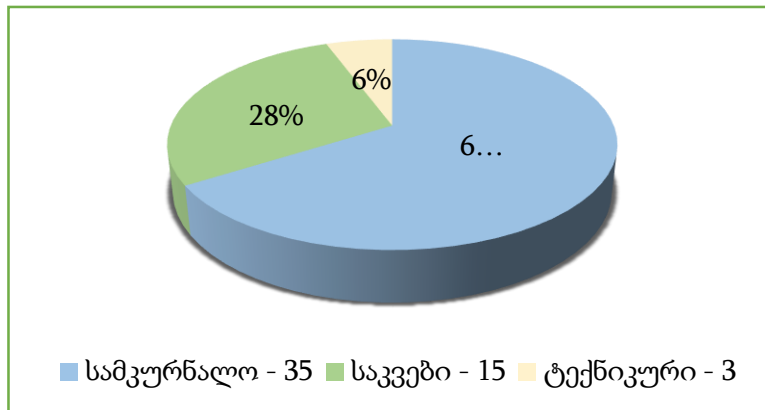
დიაგრამა 1. გამოყენებული სახეობების სასიცოცხლო ფორმები

ჩაწერილ სახეობათა შორის სამკურნალოდ გამოიყენება 35 სახეობა, საკვებად 15 და ტექნიკური მიზნით (საშემედ, სამშენებლოდ და საცოცხედ) 3 სახეობა, (იხ. დიაგრამა 2., ცხრილი 1).

შესწავლილ მცენარეებს შორის კავკასიის ენდემია - 6 (*Picea orientalis*, *Campanula lactiflora*, *Ribes biebersteinii*, *Abies nordmanniana*, *Allium pseudostrictum*, *Caucasalia pontica*), საქართველოს - 2 სახეობა (*Campanula glomerata*, *Cirsium imereticum*) (Memiadze, et all. 2004).

საქართველოს „წითელი ნუსხით“ დაცულია - 2 (*Laurus nobilis*, *Ostrya carpinifolia*), საერთაშორისო „წითელი ნუსხით“ (IUCN) კი 14 სახეობა (*Urtica dioica*, *Plantago major*, *Picea orientalis*, *Veronica*

beccabunga, *Bidens tripartita*, *Ostrya carpinifolia*, *Laurus nobilis*, *Corylus avellana*, *Mentha longifolia*, *Mentha pulegium*, *Cirsium imereticum*, *Achillea millefolium*, *Abies nordmanniana*, *Trifolium pratense*), დაცულობის სტატუსით LC (საჭიროებს ზრუნვას) <https://www.iucnredlist.org/>.



დიაგრამა 2. მცენარეთა განაწილება გამოყენების მიხედვით

ცხრილი 1. მაღალმთიან აჭარაში გამოყენებული ველური ფლორის მცენარეები

ოჯახი	ლათინური სახელი	ქართული სახელი	ადგილობრივი სახელი	გამოყენება	გამოყენებული ნაწილი	შეგროვების ადგილი	შეგროვების დრო
Amaranthaceae	Amaranthus retroflexus L.	ჩვეულებრივი ჯიჯლაყა	შავმხალა	საკვები	ფოთოლი	ქალები	ივნისი-აგვისტო
Amaryllidaceae	Allium pseudostrictum Albov	აჭარული ხახვი	ჭლაკვა	საკვები	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი, ფესვი	მდელოები	ივლისი-აგვისტო
Apiaceae	Astrantia maxima Pall.	დიდი ვარსკვლავა		სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	ივლისი-აგვისტო
Asparagaceae	Scilla monanthos K.Koch	ვინოგრადოვის ცისთვალა	ოლენა	საკვები	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები, ტყისპირები	ივნისი
Asteraceae	Helichrysum graveolens (M.Bieb.) Sweet	ნეგო	უკვდავა	სამკურნალო	ყვავილი	მდელოები	ივნისი-აგვისტო
Asteraceae	Helichrysum plicatum subsp. polyphyllum (Ledeb.) P.H.Davis & Kupicha	მრავალფოთოლა ნეგო	ნეგო	სამკურნალო	ყვავილი	მდელოები	ივნისი-აგვისტო
Asteraceae	Arctium palladinii (Marcow.) Grossh.	ოროვანდი	ხოზიკა	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები, ტყისპირები	ივნისი-ივლისი
Asteraceae	Bidens tripartita L.	ორკბილა	ხოზიკა	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	ივლისი-სექტემბერი
Asteraceae	Cirsium imereticum Boiss.	ნარი	ნარა	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები, ტყისპირები	ივნისი-აგვისტო
Asteraceae	Achillea millefolium L.	ფარსმანდუკი	ფარსმანდუკი	სამკურნალო	ყვავილი, ფოთოლი	მდელოები	ივნისი-აგვისტო
Asteraceae	Gnaphalium sylvaticum L.	ტყის ბერულა	სვინტრი	სამკურნალო	ყვავილი	მდელოები, ტყისპირები	ივნისი-აგვისტო
Asteraceae	Taraxacum officinale F.H.Wigg.	სამკურნალო ბურბუმელა	ბაბუაწვერა	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი, ფესვი	მდელოები, ტყისპირები	აპრილი-ივლისი
Asteraceae	Caucasalia pontica (K.Koch) Greuter	ხარიშუბლა	ხბოშუბლა	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი, ფესვი	მდელოები, ტყისპირები	ივლისი-აგვისტო
Betulaceae	Ostrya carpinifolia Scop.	უხრავი	უხრავი	ტექნიკური	ღერო	ტყე	
Betulaceae	Corylus avellana L.	ჩვეულებრივი თხილი	დათვათხილა	სამკურნალო	ფოთოლი	ტყე	ივნისი-ივლისი

Boraginaceae	Trachystemon orientalis D.Don	ანზხლა	სარო	სამკურნალო	ფოთოლი	ტყე	აპრილი-მაისი
Campanulaceae	Campanula lactiflora M. Bieb.	კენკეშა	დონდოლო	საკვები	ფოთოლი	მდელოები	ივნისი-აგვისტო
Campanulaceae	Campanula glomerata L.	დიღხამი	ჭარბადელო	საკვები	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	მაისი-აგვისტო
Colchicaceae	Colchicum umbrosum Steven	სათოვლია	სათოვლია	სამკურნალო	ყვავილები	მდელოები	აგვისტო- სექტემბერი
Ericaceae	Vaccinium arctostaphylos L.	მაღალი მოცვი	მოცვი	საკვები, სამკურნალო	ფოთოლი, ნაყოფი	ტყე	აგვისტო
Ericaceae	Vaccinium uliginosum L.	ღურჯი მოცვი	მიწამოცვა	საკვები, სამკურნალო	ფოთოლი, ნაყოფი	მდელოები	სექტემბერი
Fabaceae	Trifolium pratense L.	წითელი სამყურა	სამყურა	სამკურნალო	ყლორტი	მდელოები, ტყისპირები	მაისი- სექტემბერი
Gentianaceae	Gentiana septemfida Pall.	შვიდნაკვთიანი ნაღველა	მაიასირის ბალახი	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	აგვისტო
Grossulariaceae	Ribes biebersteinii Berland. ex DC.	კლდის მოცხარი	მერცხალა	საკვები	ნაყოფი	მდელოები	აგვისტო
Lamiaceae	Thymus transcaucasicus Ronniger	ამიერკავკასიური ბეგქონდარა, ბეგქონდარა	კორდის ჩაი, თირკმლის ჩაი	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	ივნისი-აგვისტო
Lamiaceae	Satureja spicigera Boiss.	ონჭო	ქონდარი	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	კლდოვანი ფერდობები	ივლისი-აგვისტო
Lamiaceae	Origanum vulgare L.	თავშავა	მარმუჭი	საკვები	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	ივლისი-აგვისტო
Lamiaceae	Clinopodium grandiflorum Kuntze	მთის პიტნა	კაპლიბალახა	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	ივნისი-აგვისტო
Lamiaceae	Mentha longifolia (L.) L.	ტყის პიტნა	პიტნა	სამკურნალო, საკვები	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	ტყისპირები, მდელოები	ივლისი- სექტემბერი
Lamiaceae	Mentha pulegium L.	ომბალო	ომბალო	საკვები	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	ტყე	ივლისი- სექტემბერი
Lauraceae	Laurus nobilis L.	დაფნა	დაფნა	სამკურნალო	ფოთოლი	ტყე	-
Papaveraceae	Chelidonium majus L.	ქრისტესისხლა	ქრისტესისხლა	სამკურნალო	ყლორტი	რუდერალურ ი ადგილები	მაისი-აგვისტო
Pinaceae	Picea orientalis (L.) Peterm.	აღმოსავლური ნაძვი	ნაძვი	ტექნიკური, სამკურნალო	მერქანი, ფისი	ტყე	ივლისი-აგვისტო

Pinaceae	<i>Abies nordmanniana</i> (Steven) Spach	კავკასიური სოჭი	სოჭი	სამკურნალო, ტექნიკური	წიწვები	ტყე	-
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	მრავალმარღვა	ბელამარღვა	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	მაისი-სექტემბერი
Plantaginaceae	<i>Veronica beccabunga</i> L.	ჩაღანდრი	ჯიხანდარი	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	არხები, ნაკადულები	მაისი-ივლისი
Polygonaceae	<i>Polygonum carneum</i> K.Koch	დვალურა	დვალურა	სამკურნალო, საკვები	ფოთოლი	მდელოები	ივნისი-აგვისტო
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> aggr.	ჩვეულებრივი მათიტელა	მატიტელა	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	გზისპირები, მდელოები	ივნისი-სექტემბერი
Polygonaceae	<i>Rumex alpinus</i> L.	ღვალო	ღოლო	სამკურნალო	თესლი	მდელოები	ივნისი-აგვისტო
Rosaceae	<i>Alchemilla caucasica</i> Buser	მარბუჭი		სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	ივნისი-აგვისტო
Rosaceae	<i>Geum urbanum</i> L.	ნიგვზისძირა	მარიამხელა	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები	მაისი-ივნისი
Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L.	ასკილი	ასკილი	სამკურნალო	ნაყოფი	ტყე	სექტემბერი
Rosaceae	<i>Rubus caasicus</i> Focke	კავკასიური მაცვალი	მაცვალი	საკვები	ნაყოფი	ტყე	ივლისი
Rosaceae	<i>Rubus idaeus</i> L.	ჟოლო	მალინა	სამკურნალო, საკვები	ნაყოფი	მდელოები	ივლისი
Rosaceae	<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald	მეკენძალა	აჯორიკა	საკვები	ყვავილი	მდელოები, ტყისპირები	ივნისი-აგვისტო
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	ჯინჭარი	ჯინჭარი	სამკურნალო	ღერო, ფოთოლი, ყვავილი	მდელოები, რუდერალური ადგილები	მაისი
Viburnaceae	<i>Sambucus ebulus</i> L.	ანწლი	ანწლი	სამკურნალო	ნაყოფი	ტყე	აგვისტო

დასკვნები

1. ცხრილი 1.-დან ჩანს, რომ: მოსახლეობაში გამოყენებული მცენარეებიდან სამკურნალოა 35 სახეობა, საკვები 15 სახეობა, ტექნიკური (სამშენებლო, საშეშე, საცოცხე) კი 3 სახეობა. გამოყენებული მცენარეებიდან ყველაზე მეტად გამოიყენება ბალახოვანი სახეობები. გამოყენების მიხედვით სამკურნალო მცენარეებზე მოდის ყველაზე მეტი პროცენტობა - 66 %, შემდეგ საკვები - 28 % და ტექნიკური 6 %. ყველაზე მეტად გამოიყენება Asteraceae ოჯახის წარმომადგენლები 9 სახეობით, შემდეგ Rosaceae – 7 სახეობით, Lamiaceae – 6 სახეობით, დანარჩენი ოჯახები წარმოდგენილია თითო-ორი სახეობით. გამოიყენება მცენარის სხვადასხვა ნაწილი: ღერო, ფოთოლი, ყვავილი, ნაყოფი, თესლი, მერქანი. მცენარის შეგროვების ადგილი ძირითადად არის მდელოები, ხოლო შეგროვების დრო გაზაფხული-ზაფხული. წარმოდგენილია მცენარის როგორც ქართული ბოტანიკური, ასევე ხალხური სახელი.
2. არსიანის და აჭარა-შავშეთის ქედების ეთნობოტანიკური კვლევის შედეგად, კერძოდ: ჩირუხის, სარი-ჩაირის, მაჭარელათის, წიფლნარის, შუამთის და თეთრობის იალაღებსა და მიმდებარე სოფლებში აღირიცხა მოსახლეობაში გამოყენებული ველური ფლორის 22 ოჯახის, 41 გვარის, 47 სახეობა.
3. სასიცოცხლო ფორმების მიხედვით ხე - 3, ხე - ბუჩქი - 2, ბუჩქი - 6, ნახევრადბუჩქი - 1, ბუჩქ-ბალახი - 1, ბალახი - 34, აქედან წიწვოვანი ხე - 2, ფოთოლმცვენი ხე - 1, ფოთოლმცვენი ხე-ბუჩქი - 1, მარადმწვანე ხე-ბუჩქი - 1, ფოთოლმცვენი ბუჩქი - 6, მრავალწლოვანი ნახევრადბუჩქი - 1, მრავალწლოვანი ბუჩქ-ბალახი - 1, მრავალწლოვანი ბალახი - 30, ორ-მრავალწლოვანი ბალახი - 1, ორწლოვანი ბალახი - 1, ერთწლოვანი ბალახი - 2.
4. კავკასიის ენდემია 6 სახეობა, საქართველოს ენდემია 2 სახეობა.
5. საქართველოს „წითელი ნუსხით“ დაცულია 2 სახეობა.
6. საერთაშორისო „წითელი ნუსხით“ (IUCN) დაცულია 14 სახეობა.
7. მაღალმთიან აჭარის მოსახლეობაში ეთნობოტანიკური ცოდნა შემორჩენილია მხოლოდ ასაკოვნებში. ეს ცოდნა თანდათან იკარგება.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ბიძინაშვილი რ., ერაძე ნ. „სამკურნალო მცენარეების კულტურა“, გამომცემლობა „მწიგნობარი“, თბილისი. 2021.
2. ბიძინაშვილი რ., „სამკურნალო მცენარეები“, (წარსული, აწმყო და მომავალი) გამომცემლობა „ბასიანი“, თბილისი. 2011
3. დარჩიძე მ., ხარაზიშვილი დ., ვარშანიძე ნ., ხუროშვილი ნ., კაზანჯი ჯ. „გოდერძის უღელტეხილის (აჭარა, საქართველო) მიმდებარე იალაღებზე ეთნობოტანიკური კვლევის შედეგები“, ჟურნალი ქართველი მეცნიერები, ტ. 6, N 1, 2024.
<https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.01.34>.

4. ვარშანიძე ნ. „აჭარაში გავრცელებული სამკურნალო მცენარეების სახეობრივი მრავალფეროვნება“, გამომცემლობა „შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“, ბათუმი. 2013.
5. საქართველოს მცენარეების სარკვევი. გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 1969, ტომი - II, 508 გვ.
6. სალუქვაძე ს., წამალთმცოდნეობა ძველ საქართველოში და მისი შემდგომი განვითარების გზები უძველესი დროიდან XX საუკუნემდე. გამომცემლობა ხელოვნება, თბილისი, 1987.
7. საქართველოს მცენარეების სარკვევი, გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 1964-1969, ტომი I-II.
8. საქართველოს ფლორა, გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 1971-2011, ტომი I-XVI.
9. პაპუნძე ვ., ხიდაშელი შ. „საქართველოს სამკურნალო მცენარეები“, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სტამბა, 2014.
10. მაყაშვილი ა. „ბოტანიკური ლექსიკონი“, გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი 1991.
11. მემიაძე ვ. „კინტრიშის ხეობის ფლორა და მცენარეულობა“, ბათუმი 1971.
12. ხარაზიშვილი დ., „მდინარე ჩირუხისწყლის ხეობის (აჭარა) მაღალმთის ფლორის და მცენარეულობის მრავალფეროვნება“, დისერტაცია, 2006.
13. ხუროშვილი ნ., დარჩიძე მ., კახანჯი ჯ. „აჭარელი მლხენელები“, გამომცემლობა „ფავორიტი“, თბილისი, 2023.
14. Дмитриева А. А. Определитель растений аджарии, Т. I, II, „Мецниереба“ Тбилиси. 1990. Т I. II.
15. Bussmann RW., Paniagua Zambrana NY., Sikharulidze S., Kikvidze Z., Darchidze M., Manvelidze Z., Ekhvaia DJ., Kikodze D., Tchelidze D., khutsishvili M., Batsatsavili K, Hart RE. From the sea to the mountains – plant use in Ajara, Samegrelo and kvemo Svaneti, Sakartvelo (Republic of Georgia), Caucasus, Journal of Ethnobotany Research & application, (20:50) 2020. Doi:10.32859/era.20.09.1-34.
16. Jakeli E., Varshanidze N, Zarnadze N., Diasamidze I, Dolidze K. „Medical plants from the flora of ajara (south colchis) used against chronic diseases” International Health Sciences Conference (IHSC 2018), Nov. 2018 IHSC 2018. Proceeding Book. Copyright©2018. ISBN. International Engineering, Science & Education Group,. Diyarbakır, Turkey
17. Jakeli E, Varshanidze N, Diasamidze I, Zarnadze N, Dolidze, K. BOIDIVERSITY OF MEDICINAL PLANTS OF WILD FLORA IN AJARA–SOUTH COLCHIS AND THEIR USAGE IN FOLK MEDICINE. Conference Proccesing Books : ISS2018 3rd International Science Symposium “New Horizons in Science”, At Pristina, Cosovo. 2018.
18. Manvelidze Z.K., Memiadze N.M., Charazishvili D.Sh., Varshanidze N.I., Diversity of a floral area of Adjara (List of wild grown plant species), Annals of agrarian science, Vol. 6, No. 2, 93. 2008. <http://agrscience.gol.ge>.
19. Memiadze N. Geographical and botanical Survey Colchian endemic species distributed in Adjara. Bulletin of the Georgian Academy of sciences. 170, N 1, 2004. P. 119-121.
20. www the WFO Plant List (World Flora Online)
21. www.IUCNredlist.

Results of ethnobotanical research of The Arsiani and Adjara-Shavsheti Ranges

Darchidze Maia, Kharazishvili Davit, Varshanidze Natela, Memiadze Nino, Diasamidze Inga
Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi, Georgia
Batumi Botanical Garden, Batumi, Georgia
maidarchidze89@gmail.com

The use of plants in Georgia has been relevant for centuries. Especially in Colchis, which is rich in valuable woody, essential oil, medicinal, tanning, food, dye, fodder and other plant resources.

In order to introduce, collect and share the existing ethnobotanical knowledge among the population, field researches were carried out on the Arsiani and Adjara-Shavsheti ranges, At an altitude of 1800-2300 m, on the summer pastures of Chirukhi, Macharelati, Sarichairi, Tsiphlnari, Shuamta and Tetrobi, in June-September of year 2022 and 2023. Traditional ethnobotanical knowledge is still preserved among the population of these areas, which is lost over time.

For the research, we used route expedition method, ethnobotanical survey with pre-made questionnaire and interview recording. Herbarium material was collected for plant species identification, which was processed and reserved in Herbarium Fund of Batumi Botanical Garden (BATU). Identification of plants, we used Identifier of plants of Georgia (1964-1969), Flora of Georgia (1971-2011) and Identifier of plants of Adjara (Dmitrieva, 1990).

As a result of the research, information was collected about 47 species that belong to 41 families and 22 genera. Among of 47 species, tree – 3, tree-shrub – 2, shrub – 6, semi-shrub - 1, shrub-grass – 1, grass – 34, of these coniferous tree – 2, deciduous tree – 1, deciduous tree-shrub – 1, evergreen tree-shrub – 1, deciduous shrub – 6, perennial shrub-grass – 1, perennial semi-shrub – 1, perennial grass – 30, Bi-perennial grass – 1, biennial grass – 1, annual grass – 2.

Medicinal - 35, food - 15, technical – 3 species.

Among of 37 species Caucasus endemic 6 species and Georgia 1 species. 2 species is protected by the "Red List" of Georgia and 14 species are protected by the International Union for Conservation of Nature (IUCN).

Key words: Traditional knowledge - Ethnobotany, Medicinal species, Endemic

საქართველოში გავრცელებული კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების სახეობრივი იდენტიფიკაცია, ფილოგენეტიკა და პათოტიპები

დალანიძე დალი¹, ნაზარაშვილი ნინო², აბაშიძე ეკატერინე³, აზნარაშვილი მარიამი⁴,
გვრიტიშვილი ეთერი⁵

¹ბიოლოგიის მეცნიერებათა კანდიდატი, სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორია, +995591079681, dali.ghaghanidze@sla.gov.ge; ²ზაკალავრი აგრარულ მეცნიერებებში, სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორია, +995591079679, nino.nazarashvili@sla.gov.ge; ³სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატი, სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორია, +995599720992, eka.abashidze@sla.gov.ge; ⁴აგრარული მეცნიერებების მაგისტრი, სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორია +99591079678, mariam.aznarashvili@sla.gov.ge; ⁵მაგისტრი, მცენარეთა დამცველი, სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორია, +995591936013, eter.gvritishvili@sla.gov.ge

რეზიუმე

მსოფლიოში, კარტოფილის იმ მავნებლებს შორის, რომლებიც ამცირებენ კარტოფილის პროდუქციას და ხარისხს, ცისტიანი ნემატოდები წარმოადგენენ საშიშ მავნებლებს. მათგან მიყენებული ზარალი თითქმის 30% -ს უტოლდება. კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების 2 სახეობა: კარტოფილის მკრთალი ნემატოდა *Globodera pallida* და ოქროსფერი ნემატოდა *Globodera rostochiensis* აღიარებულია მცენარეთა საკარანტინო ორგანიზმებად და შეტანილი არის EPPO-ს A2 სიაში. ევროკავშირისთვის ისინი წარმოადგენენ რეგულირებად მავნე ორგანიზმებს და აკრძალულია მათი წევრი სახელმწიფოების ტერიტორიაზე შეტანა და გავრცელება. ევროპაში კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების კონტროლი რეგულირდება 2007/33 / EEC ევრო საბჭოს დირექტივით, რომელიც ადგენს თუ რა ზომები უნდა იქნეს გატარებული კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების არსებული პოპულაციების გავრცელების დადგენის და მათი შემდგომი გავრცელების აცილების მიზნით (Council Directive 2007/33/EC).

2016 წლამდე საქართველოში არ არსებობდა ამ მავნებელთან დაკავშირებული საკანონმდებლო რეგულაცია. მთავრობამ 2016 წლის 1 ივლისის #302 დადგენილებით, რომელიც ევროკავშირის კანონმდებლობასთან დაახლოებული სამართლებრივი აქტების ძალაში შესვლასთან დაკავშირებული პროგრამის ფარგლებში იქნა შემუშავებული, დაამტკიცა კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების კონტროლის წესი, რამაც თავის მხრივ აუცილებელი გახდა საქართველოს მეკარტოფილეობის ზონებში ცისტიანი ნემატოდებზე კვლევის განხორციელება. კვლევა მოიცავდა მარშრუტულ კვლევების ჩატარებას საქართველოს მეკარტოფილეობის ზონებში (სვანეთი,

სამცხეთ-ჯავახეთი), ნიმუშების აღებას, ნიმუშებში ცისტების გამოვლენას, მორფოლოგიური, მორფომეტრული და მოლეკულური მეთოდებით ცისტიანი ნემატოდების სახეობრივი შემადგენლობის დადგენას, ფილოგენეტიკურ ანალიზს და პათოტიპების დადგენას. ასეთი სახის სრულყოფილი კვლევები პირველად ჩატარდა სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორიის მცენარეთა მავნე ორგანიზმების დიაგნოსტიკის დეპარტამენტში.

კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების გამოსავლენად ჩატარდა მარშრუტული კვლევები საქართველოს მეკარტოფილეობის 2 რეგიონში: სამცხეთ ჯავახეთი და სვანეთი. სვანეთის რეგიონში სულ აღებულ იქნა 150 მდე ნიადაგის ნიმუში. აღების ადგილებია: მესტია, აეროდრომის მიმდებარე ტერიტორია და სოფლები (უშხვანარი, ლატალი, ლანჩვალი, ჭოლა, ლახირი, ივარი, წვირიმი, ლალაიდი), სამცხეთ ჯავახეთის რეგიონში აღებულ იქნა 200 მდე ნიადაგის ნიმუში, აღების ადგილებია: ახალციხე და სოფლები (ვალე, სხვილისი. არალი, აგარა, უდე, რუსთავი, აწყური, წნისი, მუგარეთი, ურაველა).

არსებულ ნიმუშებში, მორფოლოგიურ - მორფომეტრული გაზომვებით და მოლეკულური (პჯრ) მეთოდებით დადასტურდა *Globodera rostochiensis* ცისტების არსებობა. ჩატარდა გამოვლენილი *Globodera rostochiensis* იზოლატების ფილოგენეტიკური ანალიზი რიბოსომული დნმ-ის გენის D3 და ITS1-15.8S-ITS2 უბნების სექვენირებით. განსაზღვრულ იქნა გამოვლენილი ნემატოდების პათოტიპები, რომელიც გაერთიანდა Ro1 ჯგუფში.

საკვანძო სიტყვები: ნემატოდები, მორფოლოგიურ - მორფომეტრული, პჯრ, ფილოგენეტიკური ხე, პათოტიპები

შესავალი

კარტოფილი ერთ-ერთი ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურაა და გამოიყენება, როგორც საკვებად ისე ტექნიკური მიზნებისათვის. საქართველოში კარტოფილის საადრეო და საგვიანო ჯიშები თითქმის ყველა რეგიონში მოჰყავთ. მისი საშუალო მოსავლიანობა შეადგენს 20-25 ტ/ჰა.

მეკარტოფილეობის ტრადიციულ რეგიონებში (ახალქალაქი, ახალციხე და წალკა) კარტოფილის მოსავალი უფრო მეტია - 30-35 ტ/ჰა. საქართველოს ბარის ზონაში (ზღვის დონიდან 500 მ-მდე) კარტოფილს თესვენ ზაფხულშიც, თავთავიანი პურეულის აღების შემდეგ და მეორე მოსავალს იღებენ. ამ ზონაში საადრეო მოსავლის მისაღებად კარტოფილი შეიძლება დაითესოს შემოდგომაზეც (კარტოფილის მოყვანის ტექნოლოგია ფერმერთათვის 2015, www.moa.gov.ge).

მსოფლიოში, კარტოფილის იმ მავნებლებს შორის, რომლებიც ამცირებენ კარტოფილის პროდუქციას და ხარისხს, ცისტიანი ნემატოდები წარმოადგენენ საშიშ მავნებლებს. მათგან მიყენებული ზარალი თითქმის 30% -ს უტოლდება (Hodda and Cook, 2009). კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების ორი სახეობა - *Globodera pallida* (Stone) Behrens და *Globodera rostochiensis* (Wollenveber) Behrens აღიარებულია მცენარეთა საკარანტინო ორგანიზმებად და შეტანილია EPPO-ს A2 სიაში (OEPP/EPPO, 2013).

კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდები ცხოვრობენ მასპინძელი მცენარეების ფესვებზე და შეუძლიათ მათი იმდენად დაზიანება, რომ გამოიწვიოს ზრდის შეფერხება, გაუწყლოება, საკვების ნაკლებობა, ადრეულ ჭკნობა და მოსავლის დაკარგვა (EFSA 2012).

ლიტერატურული მონაცემებით, ნემატოდების ორივე სახეობა განსხვავებული პათოტიპის (რასის) სახით გვხვდება. ცნობილია *G. rostochiensis*-ის 5 პათოტიპი: Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5 და *G. pallida*-ს 3 პათოტიპი: Pal, Pa2, Pa3 (Kort, 1974; Kort et al., 1977).

კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდები ყველაზე რთულად გასანადგურებელ მავნებლებად ითვლებიან. მტკიცე გარსით დაცული ცისტები 30 წლის განმავლობაში ინარჩუნებენ სიცოცხლისუნარიანობას (Winslow and Willis, 1972).

ცისტიან ნემატოდებთან ბრძოლის საშუალებებია: ჯანსაღი სარგავი მასალა, თესლბრუნვა, ქიმიკატების გამოყენება, სოლარიზაცია, ბიოფუმიგაცია, სარეველების მოსპობა. დღეისათვის, ცისტიან ნემატოდებთან ბრძოლის ყველაზე საიმედო მეთოდს წარმოადგენს კარტოფილის რეზისტენტული ჯიშების გამოყვანა (Trudgill et al., 1987).

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოს მეკარტოფილეობის ზონებში (სამცხე-ჯავახეთი, სვანეთი) კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების (*Globodera rostochiensis* და *G. Pallida*) გავრცელების შესწავლა და იდენტიფიკაცია მორფოლოგიური, მოლეკულური (პჯრ) მეთოდებით, ფილოგენეტიკური ანალიზი და პათოტიპების დადგენა.

კვლევის მეთოდები

კარტოფილის მწარმოებელ რეგიონების სოფლებში ნიადაგის ნიმუშების აღება მოხდა ზიგზაგისებურად მელტიცკის მეთოდით (Metlitskii O. Z. 1985).

ნემატოდების შესწავლა მორფოლოგიურ-მორფომეტრული მეთოდებით. ნიადაგიდან ცისტების გამოყოფა მოხდა ფენვიკის მეთოდით (Fenwick, 1940).

გამოყოფილი ცისტების მიკროსკოპული შესწავლისათვის გამოყენებული იქნა სტერეოსკოპული მიკროსკოპი (Leica M50). მორფოლოგიურ-მორფომეტრული შესწავლისათვის გამოყენებული იქნა ბიოლოგიური მიკროსკოპები (Leica DME; Olympus Olympus Bx51) და პროტოკოლები (EPPO 2013).

ცისტიანი ნემატოდების სახეობრივი იდენტიფიკაცია. ცისტებიდან დნმ-ის ექსტრაქცია მოხდა ნემატოდებიდან დნმ -ის საექსტრაქციო კიტით (Nematode DNA extraction & purification kit, Clear Detection; Roche). ცისტიანი ნემატოდების (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*) სახეობრივი იდენტიფიკაცია მოხდა კონვენციური “ მულტიპლექს“ პჯრ -ით: უნივერსალური ITS5:5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3', და სპეციფიური *Globodera rostochiensis* PITs3:5'-AGCGCAGACATGCCGCAA-3; *G. Pallida* ს PITs4: 5'-ACAACAGCAATCGTCGAG-3' პრაიმერებით (Bulman and Marshal, 1997).

პჯრ ჩატარდა 25 მიკროლიტრ სარეაქციო არეში (Platinum PCR SuperMix, Invitrogen). რეაქციის ჩატარების პირობები: 94 °C-5 წთ (1 ციკლი); 94 °C-1წთ, 62 °C-30 წმ, 72 °C -1წთ (35 ციკლი); 72 °C-10 წთ (1 ციკლი). პჯრ-ის ჩასატარებლად გამოყენებულ იქნა თერმოციკლერი (SimplyAmpl Thermal Cycler , Life Technology). პჯრ პროდუქტების ანალიზი მოხდა ჰორიზონტალური ელექტროფორეზით 1.5% აგაროზის გელზე (Sambrook and Russell,2001).

ფილოგენეტიკური ანალიზი რიბოსომული დნმ ფრაგმენტების სექვენირებით: გამოვლენილი ცისტიანი ნემატოდის (*G.rostochiensis*) ფილოგენეტიკური ანალიზის ჩასატარებლად მოხდა

რიბოსომული დნმ-ის D3 და ITS1-15.8S-ITS2 უბნების ამფლიპიკაცია. D3 უბნის ამფლიპიკაციისათვის გამოყენებული იქნა პრაიმერების წყვილი: D3A (5'-GACCCCTCTTGAAACACGGA-3') და D3B (5'-TCGGAAGGAACCAGCTACTA-3') (Al-Bannac et al.,1997); ITS1-15.8S-ITS2 უბნის ამფლიპიკაციისათვის პრაიმერების წყვილი: rDNA1(5' -TTGATTACGTCCCTGCCCTTT-3') და rDNA2 (5' -TTTCACTCGCCGTTACTAAGG-3') (Joyce et al.,1994;Vrain et al.,1992). პჯრ რეაქცია ჩატარდა 25 მკლ სარეაქციო არეში "Platinum PCR High Fidelity" მასტერ მიქსის გამოყენებით (Invitrogen). პჯრ ფრაგმენტების სექვენირება მოხდა პიროსეკვენირების მეთოდით. სექვენსის შედეგების კომპიუტერული ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა კომპიუტერული პროგრამები BLASTN (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/Blast>) და Mega 7. ევოლუციური სხვაობის შეფასება და ფილოგენეტიკური ხის აგება მოხდა კომპიუტერული პროგრამა MEGA -ს გამოყენებით Tamura-Nei მეთოდით(Kumar et al., 2015).

პათოტიპების დადგენა: გამოვლენილი ცისტიანი ნემატოდების პათოტიპების დასადგენად გამოყენებულ იქნა კორტეს მეთოდი (Kort J et al., 1977). რომელიც ითვალისწინებს კარტოფილის სტანდარტული ჯიშების და ცისტების ერთობლივი დათესვას და შემდეგ მასზე განვითარებული ცისტების დათვლას.

კვლევის შედეგები და დასკვნა

კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების გამოსავლენად ჩატარდა მარშრუტული კვლევები საქართველოს მეკარტოფილეობის 2 რეგიონში: სამცხეთ ჯავახეთი და სვანეთი.

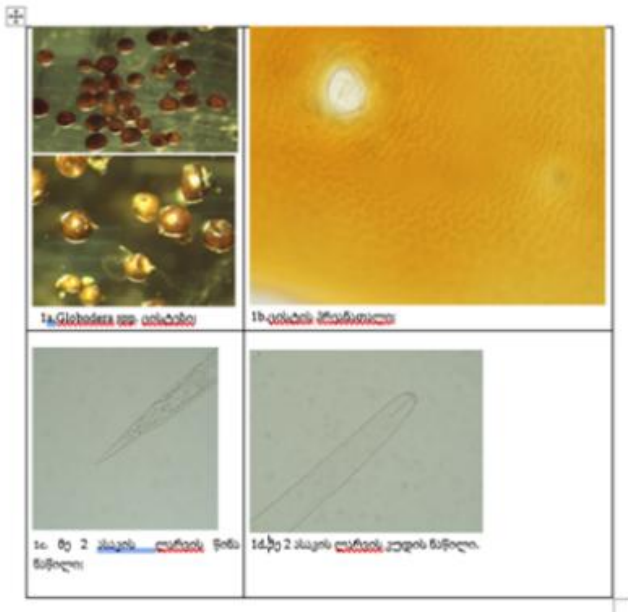
სვანეთის რეგიონში სულ აღებულ იქნა 150 მდე ნიადაგის ნიმუში. აღების ადგილებია: მესტია, აეროდრომის მიმდებარე ტერიტორია და სოფლები (უშხვანარი, ლატალი, ლანჩვალი, ჭოლა, ლახირი, ივარი, წვირიმი, ლალაიდი), სამცხეთ ჯავახეთის რეგიონში აღებულ იქნა 200 მდე ნიადაგის ნიმუში, აღების ადგილებია: ახალციხე და სოფლები (ვალე, სხვილისი. არალი, აგარა, უდე, რუსთავი, აწყური, წნისი, მუგარეთი, ურაველა).

ნემატოდების სახეობრივი რკვევისათვის აუცილებელია მომწიფებული, ზრდა დასრულებული მდედრის, მამრის და ლარვის მორფოლოგიურ-მორფომეტრული მახსიათებლების გათვალისწინება სათანადო სარკვევების (EPPO-ს პროტოკოლები) გამოყენებით. გაიზომა მოძებნილი ცისტების სხეულის სიგრძე-სიგანე. ცისტის სხეულის გაზომვის შემდეგ, დამზადდა ცისტის პრენათალი და ასევე გაიზომა ცისტიდან გამოყოფილი ლარვები (სხეულის სიგრძე, სტილეტის სიგრძე, სტილეტის ტელორაბდიონის ფორმა და სიგანე, DGO-მონაცემები, ჰიალინის სიგრძე, კუდის სიგრძე და ფორმა განაზომების ცხრილი მოცემულია სურათ 1-ზე წარმოდგენილ ცხრილში (სურათი 1). მორფოლოგიური და მორფომეტრული გაზომვებით გამოვლინდა 150 მდე *Globodera spp.* ცისტები (სურათი 2).

პოპულაცია	სამცხეთა ქვეყანა				სამცხრეთლი ზემო სვანეთი				
	მ. თვეთა	მ. თვეთა	მ. თვეთა	მ. თვეთა	მ. თვეთა	მ. თვეთა	მ. თვეთა	მ. თვეთა	მ. თვეთა
ცენტრული პარტიკულები									
n	8	10	35	10	14	20	17	11	12
სიგრძე	358 (440-689)	593 (512-734)	595 (517-728)	527 (437-682)	642 (590-688)	540 (452-666)	594 (495-693)	646 (499-690)	593 (475-694)
სიგამე	485 (332-620)	509 (416-616)	515 (437-668)	442 (280-581)	525 (468-565)	463 (380-595)	493 (413-623)	603 (476-642)	524 (396-613)
სიგრძე/სიგამე	1.2 (1.1-1.3)	1.1 (1.1-1.2)	1.1 (1.0-1.1)	1.1 (1.1-1.5)	1.2 -	1.1 (1.1-1.2)	1.1 (1.1-1.2)	1.1 (1.0-1.2)	1.1 (1.1-1.2)
მანძილი									
ანტიპოდან									
ფუნქციონირება	65 (53-72)	72 (47-86)	72 (58-78)	69 (58-93)	60 (49-71)	58 (53-64)	97 (79-116)	73 (60-82)	74 (62-86)
ფუნქციონირების დრო	19 (18-23)	20 (16-25)	22 (21-23)	21 (20-22)	15 -	14 (12-15)	16 (12-20)	23 (15-37)	15 -
გრუნტების									
კოდე	3.1 (2.9-3.3)	3.4 (3.1-4.0)	3.2 (3.1-3.3)	3.0 (1.7-4.6)	3.9 (3.2-4.7)	4.0 (3.6-4.3)	6.2 (5.8-6.6)	3.5 (2.2-5.0)	4.9 (4.1-5.7)
კაბივალარული ქვების									
რეგულაცია	16	10-17	16-17	11-22	17-19	17-18	17-25	13-17	16-22
ლაჩა (°)									
n	14	-	-	-	12	20	15	6	9
სივლის სიგრძე	421 (405-442)	-	-	-	344 (330-359)	369 (360-379)	416 (401-430)	397 (367-415)	329 (316-346)
სტილეტის სიგრძე									
DGO	3.5	-	-	-	3	4	3	4	3
პილინის სიგრძე									
20-22		22	-	-	-	24	18-22	19-22	19-28
კედის სიგრძე									
48	48 (44-51)	-	-	-	41 (39-44)	42 (40-44)	45 (44-49)	47 (42-49)	45 (42-50)

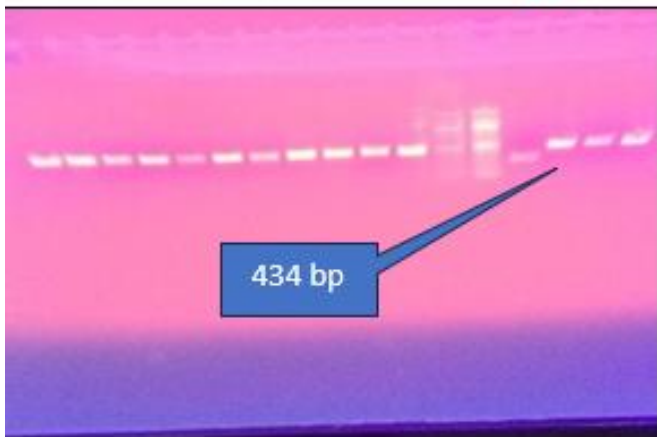
სურათი 1. განაზომების ცხრილი.

სურათი 2. გამოვლენილი *Globodera* spp. ცისტები



მორფოლოგიურ მორფომეტრული კვლევის შედეგად გამოვლენილი *Globodera* spp. ცისტების სახეობრივი იდენტიფიკაცია მოხდა მულტიპლექს პჯრ-ით. ელექტროფორეგრამებზე ((სურათი 3) წარმოდგენილი პჯრ ფრაგმენტის ზომა 434 bp მიუთითებს ნიმუშებში *Globodera rostochiensis* გამოვლენას. კარტოფილის ოქროსფერი ნემატოდის *Globodera rostochiensis* ცისტები გამოვლინდა 120 ნიმუშში, რომელთაგან 90 იყო სვანეთის რეგიონიდან (უშხვანარი, ლაჩვალი) აღებული, ხოლო 30 სამცხეთ ჯავახეთის რეგიონიდან (სხვილისი და ვალე).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 L Kp Kr



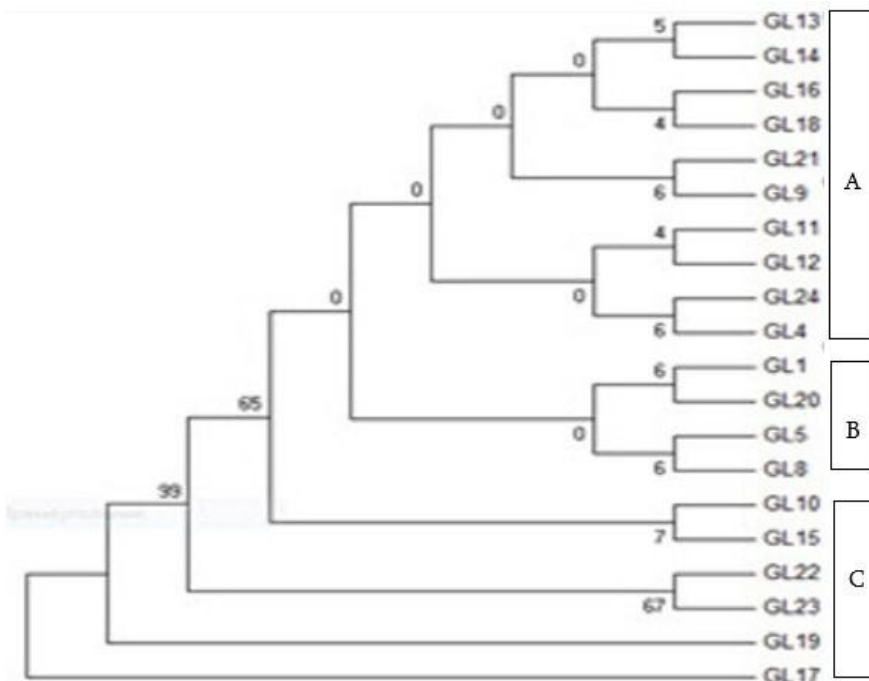
სურათი 3. პჯრ ფრაგმენტების ელექტროფორეგრამა *Globodera rostochiensis* სახეობრივი იდენტიფიკაციისათვის მულტიპლექს პჯრ-ით. 1-11 ცისტებიდან გამოყოფილი დნმ-ის ამპლიფიცირებით მიღებული პჯრ ფრაგმენტები; L-100bp დნმ მოწმე, Kp-რეფერენს დნმ *Globodera pallida*, Kr-რეფერენს დნმ *Globodera rostochiensis* (ფრაგმენტის ზომა 434 bp).

გამოვლენილი ნემატოდების ფილოგენეტიკური ანალიზის ჩასატარებლად შერჩეული იქნა 50 მდე ცისტა. მოხდა რიბოსომული დნმ-ის D3 და ITS1-15.8S-ITS2 უბნების ამფლიპიკაცია პჯრ-ით (სადაც, მატრიცად გამოყენებული იქნა ცისტებიდან გამოყოფილი დნმ).

მიღებულ პჯრ ფრაგმენტებს ჩაუტარდა სექვენირება (ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის დადგენა). სექვენსის შედეგების ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა კომპიუტერული პროგრამები BLASTN (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/Blast>). BLASTN ანალიზმა გვიჩვენა R1-R24

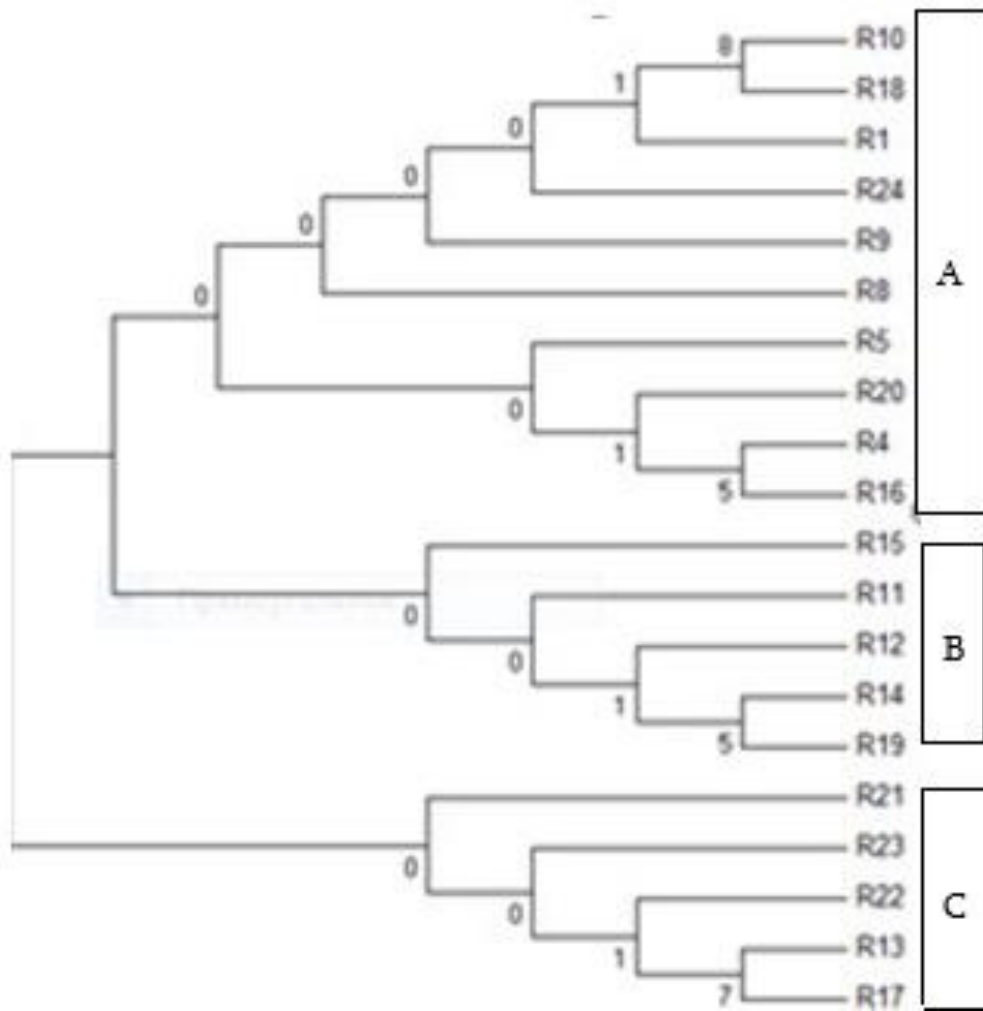
და G1-G24 ფრაგმენტების 99,8% და 97,27% იდენტურობა მონაცემთა ბაზაში არსებულ *Globodera rostochiensis* რიბოსომული რნმ-ის შესაბამის ფრაგმენტებთან.

აგებულ ფილოგენეტიკურ ხეზე სამცხეთე ჯავახეთიდან და სვანეთიდან გამოყოფილი *Globodera rostochiensis* იზოლატების D3 რეგიონი წარმოდგენილია 3 კლადით (A, B და C). კლადი A იყოფა 3 ქვეკლადად; კლადი C დაყოფილია 2 ქვეკლადად. სამცხეთე ჯავახეთის იზოლატებიდან GL13, GL14, GL16, GL18 გაერთიანებულია კლად A-ს ქვეკლად 1-ში; GL10, GL15 კი კლად C ქვეკლად 1-ში. სვანეთის რეგიონიდან იზოლატები GL11, GL 12, GL24, GL4 გაერთიანებულია კლად A-ს ქვეკლად 2-ში; ხოლო GL1, GL20, GL5, GL8 იზოლატები კლად B-ში. კლად C-ში ქვეკლადი 2 შეიცავს GL22, GL23, GL19 იზოლატებს სვანეთიდან და GL17 იზოლატებს სამცხეთე ჯავახეთიდან. (სურათი 4).



სურათი 4. სვანეთიდან და სამცხეთე ჯავახეთიდან გამოყოფილი იზოლატების ფილოგენეტიკური ხე (რიბოსომული დნმ-ის D3 უბანი).

ფილოგენეტიკური ხე ასევე აგებული იქნა სამცხეთე ჯავახეთის და სვანეთის მდებარე *Globodera rostochiensis* იზოლატების ITS1-15.8S-ITS2 უბნისათვის. წარმოდგენილი ფილოგენეტიკური ხეზე *Globodera rostochiensis* იზოლატების ITS რეგიონი წარმოდგენილია 3 კლადით (A, B და C). კლად A-ში გაერთიანებულია სამცხეთე ჯავახეთიდან გამოყოფილი იზოლატები R10, R18, R16, R18 და სვანეთის რეგიონიდან გამოყოფილი იზოლატები R1, R4, R5, R8, R9, R20, R24. კლად B-ში R11, R12, R14, R15 იზოლატები სამცხეთე ჯავახეთიდან და სვანეთიდან გამოყოფილი იზოლატი R19. კლადი C შეიცავს სამცხეთე ჯავახეთის იზოლატს R13, R17 და სვანეთის იზოლატს იზოლატს R21, R22, R23 (სურათი 5).



სურათი 5. სვანეთიდან და სამცხეთ ჯავახეთიდან გამოყოფილი იზოლატების ფილოგენეტიკური ხე (რიბოსომული დნმ-ის ITS უბანი).

ზემოთ მოცემული ფილოგენეტიკური ხეები გვიჩვენებს რომ იზოლატების D3 რეგიონი გენეტიკური მრავალფეროვნებით გამოირჩევა.

გამოვლენილი ცისტანი ნემატოდების პათოტიპების დასადგენად სვანეთის და ახალციხის რეგიონებში გამოვლენილი *Globodera rostochiensis* ცისტების გამოცდა მოხდა კარტოფილის სტანდარტულ ჯიშებზე (*Solanum tuberosum* sp. *Tuberosum* (DESIREE); *S. tuberosum* ssp. *andigena* (H1); *S.vernei* G-LKS 58.1642/4); *S.vernei* G-LKS. 2,5 თვის შემდეგ ქოთნიდან ამოღებულ ფესვებზე მოხდა ცისტების დათვლა. ახლადფორმირებული (Pf) და საწყისი ცისტების (Pi) რაოდენობის შედარება მოხდა ფორმულით: $Pf/Pi < 1$ (რეზისტენტული); $Pf/Pi > 1$ (მიმღებიანი „+“). როგორც კორტეს სქემა გვიჩვენებს „DESIREE“ მიმღებიანია ყველა პათოტიპების (Ro1 Ro2 Ro3 Ro4 Ro5) მიმართ. *S. tuberosum* ssp. *andigena* (H1) (Ro3 Ro4 Ro5) მიმართ. *S.vernei* G-LKS 58.1642/4- (Ro5); *S.vernei* G-LKS – (Ro2+; Ro5+). ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა: სვანეთის და ახალციხის *Globodera rostochiensis* ცისტები არ აღმოჩნდა მიმღებიანი სტანდარტული ჯიშების *S. tuberosum* ssp. *andigena* (H1) (Ro3 Ro4 Ro5) და *S.vernei* G-LKS 58.1642/4- (Ro5) მიმართ და საერთოდ არ მოხდა ახლად ფორმირებული ცისტების წარმოქმნა. რაც შეეხება „DESIREE“ -ს მიმართ

მგრძნობელობას, სვანეთის *Globodera rostochiensis* 20 მომწიფებული ცისტის ჩათესვის შემდეგ მოიძებნა 60 ცისტა, რომელთაგან 40 იყო ახლად ახლად ფორმირებული ღია ყვითელი ფერის, ხოლო სამცხეთ ჯავახეთის *Globodera rostochiensis* 20 მომწიფებული ცისტის ჩათესვის შემდეგ მოიძებნა 30 ცისტა, რომელთაგან 10 იყო ახლად ფორმირებული ღია ყვითელი ფერის. კორტეს სქემის მიხედვით (სურათ 6) ჩვენს მიერ გამოვლენილი ნემატოდების პათოტიპები ერთიანდება Ro1 ჯგუფში.

Globodera rostochiensis პათოტიპები (Kort et al., 1977)

მიმღებიანობის დიფერენცირება	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5
<u>(<i>Solanum tuberosum</i> sp. Tuberosum (DESIREE);</u>	+	+	+	+	+
<u>S. tuberosum ssp. andigena (H1)</u>	-	-	+	+	+
<u>S.vernei G-LKS 58.1642/4</u>	-	-	-	-	+
<u>S.vernei G-LKS</u>	-	+	-	-	+

სურათი 6. პათოტიპების განსაზღვრის სქემა (შეფერადებული უჯრებით აღნიშნულია გამორიცხული პათოტიპები).

ჩატარებული კვლევებით საქართველოს მეკარტოფილეობის 2 რეგიონში (სამცხეთ-ჯავახეთი და სვანეთი) მორფომეტრული-მორფოლოგიური და მოლეკულური მეთოდებით იდენტიფიცირებულია კარტოფილის ოქროსფერი ცისტიანი ნემატოდა *Globodera rostochiensis* ნემატოდები. *Globodera rostochiensis* სიმრავლით გამოირჩევა სვანეთის რეგიონი. აგებულია ფილოგენეტიკური ხე. განსაზღვრულია გამოვლენილი ნემატოდების პათოტიპები, რომელიც შეიძლება გაერთიანდეს Ro1 ჯგუფში.

ლიტერატურა:

- Al-Banna, L., Williamson, V., Gardner, S.L. Phylogenetic analysis of nematodes of the genus *Pratylenchus* using nuclear 26S rDNA (1997). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 1:94-102.
- Bulman SR, Marshall JW (1997). Differentiation of Australasian potato cyst nematode (PCN) populations using the polymerase chain reaction (PCR). *New Zealand Journal of Crop and Hort. Science*, 25:123-129.

- EPSA (2012). Scientific opinion on the risks to plant health posed by European versus non-European populations of the potato cyst nematodes *Globodera pallida* and *Globodera rostochiensis*. *EFSA Journal*, 10(4):2644.3.
- Fenwick DW (1940). Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *Journal of Helminthology*, 18:155 -172.
- Hodda M, Cook D.C. (2009). Economic Impact from Unrestricted Spread of Potato Cyst Nematodes in Australia. *The American Phyto pathological Society* 99 (12) :1387-1393.
- Joyce, S.A., Reid., Driver., Curran. (1994). Application of polymerase chain reaction (PCR) methods to the identification of entomopathogenic nematodes. In: Burnell, A.M., Ehlers, R.-U. & Masson, J.-P. (Eds). COST 812 Biotechnology: Genetics of entomopathogenic nematode -bacterium complexes. Proceedings of symposium and workshop, St Patrick's College, Maynooth, County Kildare, Ireland. Luxembourg, European Commission, DGXII, pp. 178187.
- Kort J. (1974). Identification pathotypes of the Potato Cyst Nematode. *EPPO Bulletin* 4(4) :511-518.
- Kort, J., Ross, H., Rumpfenhorst, H.J., Stone, A.R. (1977) An international scheme for the identification of pathotypes of potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Nematologica* 23:333-339.
- Kumar S., Stecher G., and Tamura K. (MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution* (2015).
- Metlitsky O. Z. (1985). Ecological and technological bases for the detection of nematodes. Principles and methods of ecological phytoneematology. Petrozavodsk, pp. 18-35 (in Russian).
- Sambrook J, Russell DW. (2001). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, 3rd ed. Cold Spring Laboratory Press, Cold Spring Harbor.
- PM 7/40 (3) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *EPPO Bulletin* (2013), 43 (1): 119–138.
- Trudgill D.L., Philips M.S., Alphey T.J.W. (1987). Integrated control of potato cyst nematode. *Outlook on Agriculture* 16:167–172.
- Vrain, T.C., Wakarchuk, D.A., Levesque, A.C., Hamilton, R.J. (1992). Intraspecific rDNA restriction fragment length polymorphism in the *Xiphinema americanum* group. *Fundamental and Applied Nematology* 15:563-573.
 - Winslow, R.D; Wills R.J. (1972). Nematode diseases in potatoes. II .potato cyst nematode, *Heterodera rostochiensis*> PP18-34,. Webster (ed), *Economic Nematology*. New York: Academic Press.

**ელექტრონებით დასხივების გავლენა მონოკრისტალური p-Si+2ატ%Ge
შენადნობის ინდენტირებით ინდუცირებული დეფორმაციის მახასიათებლებზე**
გიორგი დარსაველიძე, კახაბერი შამათავა, ავთანდილ სიჭინავა, ია ყურაშვილი, მარინა ქადარია
სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა ტექნიკის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

აბსტრაქტი.

შესწავლილია 12 მევ ენერგიის ელექტრონებით დასხივებული p-ტიპის მონოკრისტალური Si+2ატ%Ge შენადნობის მიკროინდენტირების მახასიათებლების ცვლილებათა კანონზომიერებანი ვიკერსის ინდენტორზე მოდებული დატვირთვის 100-1250 მნ დიაპაზონში. საცდელი ნიმუშების (111) კრისტალოგრაფიული ორიენტაციის სიბრტყეები ხასიათდებიან დისლოკაციების არაერთგვაროვანი განაწილებითა და სიმკვრივით $1 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^4 \text{ სმ}^{-2}$. კრისტალიზაციისა და მექანიკური პოლირების პროცესებში ჩასახული დისლოკაციების სიმრავლეები გავლენას ახდენენ რადიაციული დეფექტების ტიპებსა, კონცენტრაციასა და ურთიერთგარდაქმნის პირობებზე. აღნიშნული, რთული ხასიათის ცვლილებები დეფექტების ქვესისტემაში თავისებურად არიან ასახული სტრუქტურულად-მგრძობიარე მექანიკურ თვისებებში, კერძოდ მიკროსისალესა და დრეკადობის მოდულში. ისინი მკაფიოდ არიან გამოვლენილი ინდენტირების ანაბეჭდების ფორმისა და ზომების, მათთან დაკავშირებული ბზარების ცვლილებებში. ინდენტირებით ინდუცირებული სტრუქტურული ცვლილებების საფუძველზე განისაზღვრა ბზარების წარმოქმნისა და სტრუქტურის რღვევის მახასიათებლები და გაანალიზებულია დისლოკაციური სტრუქტურის, Ge-ს ატომებთან ლოკალიზებული ძაბვებისა და რადიაციული დეფექტების წვლილი საცდელი p-Si+2ატ%Ge შენადნობის დეფორმაციაში.

საკვანძო სიტყვები: SiGe შენადნობი, მიკროსისალე, დრეკადობის მოდული, ელექტრონებით დასხივება, რღვევა, ბზარმედგობა.

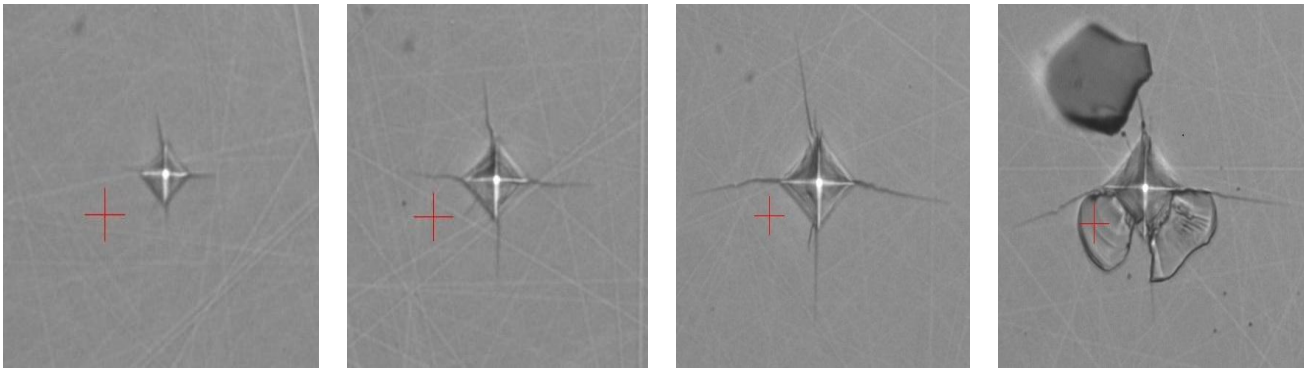
ჩოხრალსკის მეთოდით მიღებული SiGe შენადნობის მოცულობითი კრისტალები ხასიათდებიან დრეკადობის მოდულის წრფივი შემცირებით Ge-ს კონცენტრაციის გაზრდით, რაც დაკავშირებულია მესრის პარამეტრის ზრდასა და, შესაბამისად, ატომთაშორისი კავშირის ძალების შესუსტებასთან [1]. მიუხედავად ამისა, ინდენტირების მეთოდით შეფასება იძლევა საკვლევ Si+2ატ%Ge შენადნობის დრეკადობის მოდულის ამაღლებულ სიდიდეებს როგორც ნიმუშის საწყის, ასევე მაღალი ენერჯის ელექტრონებით დასხივებულ მდგომარეობაში. დრეკადობის მოდულის ანალოგიური ამაღლება ფიქსირებულია Ge-ს ერთი რიგით დაბალი კონცენტრაციის SiGe შენადნობებში [2]. ამავე ნაშრომში შემოთავაზებულია დრეკადობის მოდულის ამაღლების შესაძლებელი მექანიზმი. ინდენტორის დატვირთვის ეტაპზე Si-I ფაზის გარკვეული ნაწილი შესაძლებელია გარდაიქმნას Si-II მეტალურ ფაზად, რომელსაც ახასიათებს დრეკადობის მოდულის მაღალი სიდიდე—304 გპა [3]. აღნიშნული მონაცემების საფუძველზე ნავარაუდევია [2], რომ Ge-ით დოპირება ასტიმულირებს მეტი რაოდენობით, ახალი Si-II ფაზის ფორმირებას.

Ge-ს მაღალი კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად ამცირებს ტექნოლოგიური O მინარევის კონცენტრაციას SiGe შენადნობის კრისტალურ მესერში [4]. შესაბამისად Ge-ს ატომებთან კონცენტრირებული ძაბვების ველში მოსალოდნელია მინარევებისაგან გაღარიბებული დისლოკაციური სტრუქტურის ფორმირება როგორც მოცულობაში, ასევე დისლოკაციური წარმოშობის ბლოკების გამყოფ საზღვარზე. ასეთ პირობებში მოსალოდნელია მექანიკური მახასიათებლების (დრეკადობის მოდული, მიკროსისალე) შემცირება და ინდენტირებით სტიმულირებული Si-I→Si-II ფაზური გარდაქმნის პროცესთან დაკავშირებული მექანიკური სიმტკიცის გაუმჯობესება [5]. მაღალენერგეტიკული ელექტრონებით დასხივების პროცესში დისლოკაციები ეფექტურად მუხრუჭდებიან რადიაციული წერტილოვანი დეფექტებით გამდიდრებულ კოტრელის ატმოსფეროში, რასაც შეუძლია ასევე მასალის მექანიკური განმტკიცება [6].

ნაშრომში წარმოდგენილია საწყისი და მაღალენერგეტიკული ელექტრონებით დასხივებულ მდგომარეობაში ჩოხრალსკის მეთოდით მიღებული მონოკრისტალური P-ტიპის SiGe შენადნობის ორმხრივ პოლირებული ფუძემშრეების ბზარმედევობის შესწავლის შედეგები.

(111) კრისტალოგრაფიული ორიენტაციის სიბრტყეებზე მეტალოგრაფიული კვლევა განხორციელდა ოპტიკურ მიკროსკოპზე NMM-80RF/TRF, ხოლო ელექტროფიზიკური მახასიათებლები (კუთრი ელექტროწინაღობა, ხვრელების კონცენტრაცია, ძვრადობა) განისაზღვრა ჰოლის ეფექტის გაზომვით ვან დერ პაუს მეთოდით Ecopia HMS-3000 დანადგარზე. ინდენტირების ფიზიკური მახასიათებლები (მიკროსისალე, დრეკადობის მოდული, ანაბექტების ზომები და ფორმა) შესწავლილი იქნა ვიკერსის მეთოდით შიმაძუს სისტემის DUH-211S ტესტერზე. მაღალენერგეტიკული ელექტრონებით 12 მევ დასხივება განხორციელდა Varian-ის სისტემის clinac-2100 iX დანადგარზე. დასხივების ფლუენსი - $8 \cdot 10^{13}$ სმ⁻².

საწყის მდგომარეობაში საკვლევი ნიმუშის კუთრი ელექტროწინალობა 10ომი.სმ-ია შესაბამისად, დენის მატარებლების კონცენტრაცია $\sim 10^{15}$ სმ⁻³ რიგისაა და ის ატომთაშორისი კავშირის ძალებზე უმნიშვნელო გავლენას ახდენს. მათზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დიდი ატომური რადიუსის გერმანიუმით ლეგირება 2ატ%-მდე. ასეთ პირობებში სილიციუმ-გერმანიუმის შენადნობის კრისტალურ მესერში ფორმირდება მაღალი ინტენსივობის, ურთიერთზედდებული დეფორმაციის ველები და სტრუქტურაში წარმოიქმნება სხვადასხვა ზომის ბლოკებით შედგენილი უჯრედოვანი დისლოკაციური სტრუქტურა. ბლოკები ხასიათდებიან გერმანიუმის განსხვავებული კონცენტრაციითა და დისლოკაციების მაღალი სიმკვრივით ბლოკების გამყოფ საზღვრებზე. საცდელი ნიმუშების (111) ორიენტაციის სიბრტყეებზე არათანაბრად განაწილებული დისლოკაციების სიმკვრივე იცვლება $1 \cdot 10^4$ - $5 \cdot 10^4$ სმ⁻² საზღვრებში.



ა)

ბ)

გ)

დ)

(ნახ. 1) Si+2ატ%Ge შენადნობის (111) ორიენტაციის ნიმუშის ინდენტირების ინდენტირების ანაბეჭდების ოპტიკური მიკროფოტოგრაფიები ვიკერსის ინდენტორზე სხვადასხვა მაქსიმალურ დატვირთვაზე:

ა)250 მნ, ბ)500 მნ, გ)1000 მნ, დ)1250 მნ.

მაღალენერგეტიკული ელექტრონებით დასხივების პროცესში წარმოიქმნება წერტილოვანი რადიაციული დეფექტების, ვაკანსია-ჩანერგილი Si(Ge) ატომების ე.წ. ფრენკლის წყვილები. მათი თერმული მდგრადობა ოთახის ტემპერატურაზე მინიმალურია, რის გამო მაღლდება ტექნოლოგიურ მინარევებთან (O,C) კომპლექსების წარმოქმნის ალბათობა. პირველადი რადიაციული დეფექტების არსებობის ხანგრძლივობასა და კომპლექსებში გაერთიანებას არეგულირებენ დიდი ატომური რადიუსის Ge-ს ატომებთან SiGe-ს კრისტალურ მესერში კონცენტრირებული ძაბვები. ამავე დროს იცვლება სტრუქტურაში ელექტრონებით დასხივებამდე არსებული დისლოკაციების მოძრაობის დამამუხრუჭებელი ატმოსფეროების კონცენტრაცია, დისლოკაციებზე სტატისტიკურად განაწილებული მერხევი სეგმენტების ძვრადობა და მიკროპლასტიკური დეფორმაციის განვითარების შესაძლებლობები. აღნიშნული ფაქტორების რეალიზაცია წარმოქმნის საცდელი SiGe შენადნობის მაღალ მაქსიმალურ დატვირთვებზე ინდენტირების პროცესებში დრეკადი და პლასტიკური დეფორმაციისა და ბზარების ფორმირების ახალ პირობებს, რაც შესაძლებელია დადგინდეს მაღალ დატვირთვებზე ინდენტირების აღდგენილი ანაბეჭდების ცვლილებათა კანონზომიერების შესწავლით.

(ნახ.1)-ზე წარმოდგენილია Si+2ატ%Ge შენადნობის პოლირებული ფირფიტის (111) ორიენტაციის ზედაპირზე ინდენტორის სხვადასხვა სიდიდის მაქსიმალური დატვირთვით სტიმულირებული აღდგენილი ანაბეჭდების გამოსახულებები.

Si+2ატ%Ge შენადნობის საცდელი ნიმუშის ინდენტორების დაბალ მაქსიმალურ დატვირთვებზე, ნარჩენი ანაბეჭდების კუთხეებთან შეინიშნება მხოლოდ წრფივი რადიალური ბზარები. მაღალ მაქსიმალურ დატვირთვებზე რადიალური ბზარების სიგრძე იზრდება, ზოგჯერ შეინიშნება მათი გავრცელების ძირითადი მიმართულებიდან გადახრა, აგრეთვე ბზარის ნაკვალევზე ღუნვებისა და საფეხურების წარმოქმნა. მაღალ დატვირთვებზე ანაბეჭდების ზონაში იზრდება მცირე ზომის ნამსხვრევების რაოდენობა. მაღალი ელექტრონებით დასხივებულ მდგომარეობაში ფიქსირებულია აგრეთვე პლასტიკური და რღვევის დეფორმაციების ბზარების ნაკვალევის რთული რელიეფი. ინდენტორზე მოდებული მაღალი მაქსიმალური დატვირთვები ანვითარებენ ინტენსიურ გარეშე ძაბვებს, რომლებიც ჭარბია Ge-ს ატომებსა და რადიაციულ დეფექტებთან ლოკალიზებულ ძაბვებზე. ძირითადად მაღალი ინტენსივობის გარეშე ძაბვები აკონტროლებენ პლასტიკურ-მყიფე დეფორმაციის რთულ პროცესებს, რომლებშიაც უმნიშვნელოა ელექტრონების რადიაციისა და Ge-ით ლეგირების გავლენა.

რადიალური ბზარების სიგრძის, დრეკადობის მოდულისა და მიკროსისალის გაზომვების საფუძველზე შეფასებულ იქნა ბლანტი რღვევის კოეფიციენტი (ბზარწარმოქმნისადმი მედეგობა)

K_{ic} და γ - რღვევის ეფექტური ენერგია

$$K_{ic} = 0.0116 \left(\frac{E}{H} \right)^{1/2} \cdot \frac{P}{L^{3/2}}, \quad \gamma = \frac{K_{ic}^2}{2E}$$

სადაც E - დრეკადობის მოდულია, H - მიკროსისალე, L - ბზარის სიგრძე.

ცხრ. 1-ში წარმოდგენილია p- Si+2ატ%Ge შენადნობის ინდენტორების პროცესებში მექანიკური მახასიათებლების ცვლილებათა კანონზომიერებანი.

ცხრილი.1

ინდენტორზე დატვირთვა, მნ	ნიმუში, Si+2ატ%Ge	დრეკადობის მოდული, გპა	მიკროსისალე, გპა	ბზარის სიგრძე, მკმ	ბლანტი რღვევის კოეფიციენტი მპა,მ ^{1/2}	რღვევის ეფექტური ენერგია, პა.მ.
100	საწყისი a	187.1	9.3	3	1.379	5.08
	ელ. დასხი-ვებული b	212.9	9.91	3	1.427	4.78
250	საწყისი a	185.8	9.07	6	1.231	4.08
	ელ. დასხი-ვებული b	199.5	9.67	5.75	1.236	3.83
500	საწყისი a	168.6	8.4	10	1.133	3.80
	ელ. დასხი-ვებული b	188.1	8.87	10	1.210	3.89
750	საწყისი a	-	-	-	-	-
	ელ. დასხი-ვებული b	176.5	8.32	13.25	1.143	3.70
1000	საწყისი a	164.5	8.35	18	0.934	2.65
	ელ. დასხი-ვებული b	170.0	8.02	18	0.961	2.72
1250	საწყისი a	162.7	7.83	21.5	0.913	2.56
	ელ. დასხი-ვებული b	168.0	7.68	22	0.906	2.44

a – საწყისი მდგომარეობა, b – ელექტრონებით დასხივებული

Si+2ატ%Ge ნიმუშების მაღალ დატვირთვებზე ინდენტორების ანაბეჭდებზე ფიქსირებული ბზარების ზიგზაგისებური ფორმა განპირობებულია მაღალი ინტენსივობის პლასტიკური და მყიფე რღვევის დეფორმაციით კრისტალის მოცულობაში. ძაბვების სივრცული განაწილების სპეციფიკურ შემთხვევებში ბზარი გავრცელების პროცესში შესაძლებელია გადაიხაროს მაქსიმალური გაჭიმვის ძაბვების სიბრტყიდან და გავრცელდეს რღვევისადმი დაბალი წინააღმდეგობის სიბრტყეზე. ცნობილია [7], რომ ბზარი შესაძლებელია გავრცელდეს მაღალი

კრისტალოგრაფიული ინდექსებიან სიბრტყეზე. ამავე ნაშრომის ავტორთა მოსაზრებით თუ ვიკერსის ინდენტორის დიაგონალი მიმართული იქნება (001) ან (110) ორიენტაციით, მაშინ ბზარი შესაძლებელია გავრცელდეს (110) სიბრტყეზე და წარმოქმნას $a/3 \langle 111 \rangle$ დისლოკაციური მარყუქები.

ექსპერიმენტულმა გაზომვებმა აჩვენეს $\sim 8^{13} \text{სმ}^{-2}$ ფლუენსის მაღალენერგეტიკული ელექტრონების დასხივებული P-ტიპის Si+2ატ%Ge შენადნობის დრეკადობის მოდულისა და მიკროსისალის სუსტი მატება ვიკერსის ინდენტორზე მოდებული მაქსიმალური დატვირთვის 100-1250 მნ დიაპაზონში. საწყისი და ელექტრონებით დასხივებული Si+2ატ%Ge შენადნობის ინდენტორების დრეკადობის მოდულისა და მიკროსისალის შედარებითი მეტად ამაღლება განპირობებულია ინდენტორების პროცესში გაზრდილი რაოდენობით მეტალური Si-II ფაზის ფორმირებით ინდენტორის წვეროსა და მატრიცის გამყოფ საზღვარზე. მაღალი მექანიკური თვისებების მეტალური Si-II ფაზის გავლენა შენადნობის სტრუქტურულად-მგრძნობიარე ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე მნიშვნელოვნად მცირდება ინდენტორზე მოდებული მაღალი დატვირთვის პირობებში, როდესაც მიმდინარეობს ნიმუშის მოცულობაში ინტენსიური პლასტიკური და მყიფე რღვევის პროცესები.

Ge-ით ლეგირებული Si-ის დრეკადობის მოდული და მიკროსისალე n-Si-თან შედარებით მაღალი სიდიდებით ხასიათდებიან, რაც განპირობებულია ინდენტორების პროცესებში გაზრდილი რაოდენობით მაღალი სიმტკიცის β -კალის მოდიფიკაციის SiGe-II ფაზის წარმოქმნით. საცდელ P-SiGe შენადნობში მცირდება ბზარების წარმოქმნისადმი მედეგობა. ასეთ მდგომარეობაში მაღალენერგეტიკული ელექტრონებით დასხივება სუსტად ზრდის ბლანტი რღვევის კოეფიციენტისა და რღვევის ეფექტური ენერჯის მნიშვნელობებს.

ლიტერატურა

1. F.Schaffler. Properties of Advanced Semiconductor Materials GaN, AlN, JnN, SiC, SiGe. John Wiley and Sons, New York, 2001
2. Z.Zeng, L.Wang, X.Ma, Sh.Qu, J.Chen, Y.Liu, D.Yang. J.Scripta Materiala, 64, (2011), 832-835
3. T.Kiriyama, H.Harada, J.W.Yan. J.Semiconductor Science Technology, 24, (2009), 025014.
4. L.I.Khirunenko, Yu.V.Pomozov, M.G.Sosnin, V.K.Shinkarenko, Oxygen in silicon doped with isovalent impurities, J.Physica B: Condensed Matter, Vol.273-274, (1999), p.317-321.
5. I.Yonenaga, T.Taishi, X.Huang, and K.Hoshikaura, Dynamic characteristics of dislocations in Ge-doped and (Ge+B) codoped silicon, J.Appl. Phys. 93, Issue 1, (2003), p.265-269.
6. N.A.Sobolev, Radiation effects in Si-Ge quantum size structure (Review), J.Semiconductors 47, (2013), p.217-227.
7. F.Ebrahimi, L.Kalwani, J.Materials Science and Engineering, A268, (1999), 116-126.

Effect of electron irradiation on monocrystalline p-Si+2at%Ge alloy on the characteristics of indentation-induced deformation

Giorgi Darsavelidze, Kakhaberi Shamatava, Avtandil Sichinava, Ia Kurashvili, Marina Kadaria,

Ilia Vekua Sukhumi Institute of Physics and Technology

Abstract. The regularities of changes in the microindentation characteristics of the p-type monocrystalline Si+2at%Ge alloy irradiated with 12 MeV electrons in the range of 100-1250 mN of the load applied to the Vickers indenter have been studied. The (111) crystallographic orientation planes of the test samples are characterized by a non-uniform distribution of dislocations and a density of $1 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-2}$. The abundances of dislocations embedded in the crystallization and mechanical polishing processes affect the types, concentrations, and interconversion conditions of radiation defects. The above-mentioned complex changes in the defects subsystem are reflected in structural sensitive mechanical properties, in particular in the micro-hardness and the modulus of elasticity. They are clearly identified in the changes in the shape and size of the indentation prints and the cracks associated with them. Based on the mentioned structural changes, the characteristics of indentation-induced crack formation and structure fracture were determined, and the contribution of the dislocation structure, localized stresses near Ge atoms, and radiation defects to the indentation-induced deformation of the experimental p-Si+2at%Ge alloy was analyzed.

Key words: SiGe alloy, microhardness, modulus of elasticity, electron irradiation, rupture, cracking.



ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღში გავრცელებულ ზოგიერთ მერქნიან მცენარეთა მავნებელ-დაავადებებთან ბრძოლის ღონისძიებები

ლარისა თირქია, თამარ ზარანდია

აბსტრაქტი

ნაშრომში განხილულია 2021-2023 წლებში ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღში კლიმატიდან გამომდინარე, ზოგიერთ ინტროდუცირებულ ხე-მცენარეებზე გავრცელებული მავნებელ-დაავადებები და მათთან ბრძოლის ღონისძიებები. მავნებელ სახეობათა ბიოლოგია, ფიზიკურ-მექანიკური და ქიმიური მეთოდები.

დაავადებული მცენარის სიცოცხლის გახანგძლივების მიზნით, მცენარის გამოკვება კომპლექსური პრეპარატებით და იმუნიტეტის გამაძლიერებელი საშუალებები

საკვანძო სიტყვები : ინტროდუქცია, მავნებლები, დაავადებები, ფულურო, წამლობა

ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღში კლიმატიდან გამომდინარე ყოველდღიურად მიმდინარეობს მავნებელ დაავადებებთან ბრძოლის ღონისძიებები. დიდი მნიშვნელობა აქვს რეკრეაციულ ზონაში ხე-მცენარეების სიჯანსღესს.

ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღში არსებული მცენარეების დიდი ნაწილი ინტროდუცირებულია, აქედან გამომდინარე მცენარეებს გარკვეული ძალისხმევა სჭირდებათ ჩვენს პირობებთან შესაგუებლად. ჩვენს პირობებში მათი იმუნიტეტი შედარებით დაბალია და ადვილად შეიძლება სხვადასხვა პათოგენისა და მავნებლის თავდასხმის ობიექტად იქცნენ.

ჩვენს მიერ შესწავლილ იქნა მავნებელ სახეობათა ბიოლოგიისა და ეკოლოგიის ძირითადი მომენტები და მათ წინააღმდეგ ბრძოლის თანამედროვე მეთოდები, სადაც შემუშავებულ იქნა მათთან ბრძოლის დიფერენცირებული ღონისძიებათა სისტემა.

ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღში გავრცელებულ მავნებლებს მიეკუთვნება: ბუგრები (Aphidodea), ფარიანები (Diaspididae), ცრუფარიანები (Coccidae), მუხის დიდი ხარაბუზა (Cerambyx Cerdo),

ფსილები (Psyllidae), მზომელები (Geometridae), ბზის ალურა (Gydalima Perspectalis), ჩრჩილები (Tineidae), მოლუსკები (Mollusca), აზიური ფაროსანა (Halyomorpha halus) და სხვა

დაავადებებიდან კი აღსანიშნავია: ნაცრი (*Erysiphaceae*), ნაცრისფერი სიდამპლევები (*Botrytis*), აბედა სოკოებით გამოწვეული მერქნის სიდამპლევები (*Polyporaceae*), ფიჭვების დიპლოდიოზი (*Diplodia pinea*) და ა.შ.

მცენარეებს აქვთ თავდაცვის სისტემა, რომლითაც იგერიებენ ათასობით მავნებელს, დაავადების გამომწვევ მიკრობებს, სანამ მათ შეუძლიათ საკუთარი იმუნიტეტით ებრძოლონ შემოჭრილ პათოგენს.

როდესაც წონასწორობა ირღვევა ვლინდება მავნეობის შედეგები: აღინიშნება მცენარეების ღეროს, ფოთლის, ფესვის, ყვავილის დაზიანება, რაც უკარგავს მათ დეკორატიულ ღირებულებებს.

ჩვენი დაკვირვებიდან გამომდინარე, თუ ვამჩნევთ, რომელიმე მავნებელს ან დაავადების გამომწვევს, ვადგენთ მცენარეთა დაცვის საშუალებებისადმი მიმდებარე ფაზას და გარემოს ტემპერატურისა და ტენიანობის გათვალისწინებით ვახდენთ წამლობას.

ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღში უპირატესობა ენიჭება მცენარეთა მავნე ორგანიზმებთან ბრძოლის ფიზიკურ-მექანიკური მეთოდს, რაც გულისხმობს მავნებლებით მცენარის დაზიანებული ნაწილების მოცილებასა და მოსპობას.

ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღში ტარდება ზამთრის წამლობა, რომლის დროსაც მცირდება მავნებელთა მოზამთრე ფორმები (კვერცხი და ჭუპრი), ამისათვის ძირითადად ხე-მცენარეების მერქანი მუშავდება მინერალური ზეთით.

განსაკუთრებით მუშავდება ის ხე-მცენარეები, რომელთა მერქანი დაზიანებულია, ვინაიდან დაზიანებული მერქანი ცოცხალი ორგანიზმების თავშესაფარი ხდება.

დაზიანებები მონიტორინგის დროს გამოვლინდა: წაბლფოთოლა მუხაზე (*Quercus Castaneifolia*), დიდყვავილა მაგნოლიაზე (*Magnolia grandiflora*). ხეტიტაზე (*Liriodendron*) კავკასიურ რცხილაზე (*Tilia caucasica*)

ასაკის მატებასთან ერთად უსწორმასწორო ხდება ხე-მცენარეების ქერქი. მასზე ჩნდება ღრმა ბზარები, რომლებშიც თანდათანობით გროვდება წყალი. ამის გამო კი ნესტიანდება ხის ქერქი რაც ხელს უწყობს პათოგენური მიკრობების დასახლებას, შემდეგ კი მათგან გამოწვეული დაავადებების განვითარებას. ქერქის ნაპრალებში თავს აფარებენ ცოცხალი ორგანიზმები. ჩვენი დაკვირვებიდან გამომდინარე, ბოტანიკურ ბაღში ამის არა ერთი მაგალითი არსებობს. ოდნავ დაზიანებული ქერქის გახსნის შემდეგ ხდება მერქნის დაშლა, რომლებიც იწვევენ ქერქის მექანიკურ დაზიანებას და ხელს უწყობენ ფულუროს გაჩენას.

2021 წელს სტიქიური მოვლენების შედეგად ატლასის კედარს დაუზიანდა ღერო მთელს სიგრძეზე, რის შედეგაც მოხდა მცენარის დამუშავება, დამუშავების პროცესში ღეროზე 7 მეტრის სიმაღლეზე აღმოჩნდა ფულურო, რომელიც ამოიწმინდა და დამუშავდა სპილენძის პრეპარატის და ინსექტიციდის ნარევით, გაშრობის შემდგომ ჩაიყარა ჩამქრალი კირი დაახლოებით ერთი კვირის შემდეგ ამოივსო ბეტონით. ხოლო დაზიანებულ ნაწილებზე წასმულ იქნა ზეთოვანი

საღებავი. დაზიანებული მერქნის დამუშავება კედარის სიცოცხლის გახანგძლივების საშუალებაა.

ჩვენი დაკვირვების შედეგად აღმოჩნდა რომ 2023 წელს ატლასის კედარზე ფულუროს ამოქოლვის შემდეგ, მცენარემ სავეგეტაციო პერიოდში ჩვეულებრივ გააგრძელა ვეგეტაცია, კარგად განივითარა წიწვები და ნაყოფიერი გირჩები. ასეთი კვლევები 2021-2023 წლებში ჩავატარეთ დიდყვავილა მაგნოლიას - *Magnolia grandiflora* ორ ერთეულზე, ირმის რქაზე *Lagerstroenia indica*, კავკასიურ ცაცხვზე *Tilia caucasica*, სადაც იმავე წლებში მივიღეთ დადებითი შედეგი.

აზიური ფაროსანა (*Halyomorpha halys*) წარმოადგენს მავნებელ მწერს, რომელიც იკვებება მასპინძელი მცენარეებით. მავნებელი საქართველოში 2016 წელს გავრცელდა. შესაბამისად ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღშიც იქნა დაფიქსირებული.

ჩვენი დაკვირვებით ძირითადი მავნებლობის შედეგი 2021-2023 წლებში დაფიქსირდა პეკანზე (*Carya pecan*) ამ წლებიდან მის ნაყოფზე შეიმჩნევა სიდამპლე, ბალის ტერიტორია იწამლება ფაროსანების წინააღმდეგ, სპეციალური შესაწამლი ტექნიკის საშუალებით.

ხე-მცენარეებზე არსებული ბზარები და ჭრილობები წარმოადგენენ გზას აბედა სოკოების - (*Polyporaceae*) მცენარეში შეჭრისთვის.

ბოტანიკურ ბაღში აბედა სოკოს სპორებით დაინფიცირება მოხდა მექანიკურად დაზიანებული ქერქიდან ხეტიტაზე (*Liriodendron*) და დიდყვავილა მაგნოლიაზე (*Magnolia grandiflora*), რომელმაც დაზიანებული ადგილიდან გამოიწვია თეთრი მურა და ჭრელი სიდამპლე მერქანში. ჩამოთვლილ მცენარეებზე წარმოქმნილი აბედა სოკოები იყო მრავალგვარი და ერმანეთისაგან განსხვავდებოდნენ გარეგნულადაც ზომის, ფერის, მოხატულობის, სიბრტყის, სიმკვრივის და მერქანში გამოწვეული სტრუქტურული ცვლილებების მოხედვით.

როცა აბედა სოკოს ნაყოფი გაჩნდა ღეროზე, ეს იმის მანიშნებელია, რომ გამომწვევი სოკოს სპორა წლების წინ შეიჭრა მერქანში, განვითარდა მიცელიუმი და ახლა უკვე ნაყოფსხეულების წარმოქმნა დაიწყო.

ჩვენი დაკვირვებიდან გამომდინარე მის წინაარმდეგ ქიმიური საშუალებების გამოყენება არ არის არის განკურნების ძირითადი საშუალება. აბედა სოკოების დაავადებებისგან საღი მცენარეების პროფილაქტიკისათვის ვახორციელებთ დაავადებული მცენარეების ამოძირკვას. თუ ამოძირკვა არ არის შესაძლებელი, სხვადასხვა მიზეზის გამო, მაშინ ვახდენთ ჩლიქისებრი ნაყოფსხეულების მოცილებას და მის განადგურებას (დაწვას). სანამ სპორები მომწიფდება და გაიფანტება. დაავადებული მცენარის სიცოცხლის გახანგძლივების მიზნით ვატარებთ მცენარის გამოკვებას, კომპლექსური პრეპარატით და იმუნიტეტის გამაძლიერებელი საშუალებებით. ყოველ გაზაფხულზე ვაშორებთ აბედა სოკოს და ვამუშავებთ კირით, რომელშიც აუცილებლად ვამატებთ სპილენძის პრეპარატს და ინსექტიციდს.

როგორც კი ტემპერატურა აიწევს გარემოში აბედიანი სოკოს ხის ზედაპირზე მომრავლდებიან მწერები, რომელთაც გადააქვთ სპორები. ამ მწერების საწინაარმდეგოდ ვახდენთ ქერქის დამუშავებას მთელი ზაფხულის განმავლობაში

ზუგდიდის ბოტანიკურ ბაღში მუდმივად მიმდინარეობს მავნებელ-დაავადებათა დაკვირვება. გამოვლენილი მავნე ორგანიზმების წინააღმდეგ ფენოფაზების შესაბამისად დროულად ტარდება შესაბამისი რეაგირება და გარემოსათვის უსაფრთხო, მცენარეთა დაცვის საშუალებების გამოყენება.

Measures for managing pests and diseases on some woody plants of the Zugdidi Botanical Garden

Larisa Tirkia, Tamar Zarandia

Summary

The article provides an overview of pests and diseases on some trees and plants due to the climate introduced into the Zugdidi Botanical Garden throughout 2021-2023 as well as measures for managing them, biology of harmful species, physical-mechanical and chemical methods. Moreover, the article also covers feeding the plant with complex and immune-boosting means aimed at prolonging the life of a diseased plant.

ბიბლიოგრაფია

1. ზ. ყანჩაველი-ზოგადი ფიტოპათოლოგია თბილისი.1978წ.
2. გ. გეგენავა, დ. უგრეხელიძე-მცენარეთა ქიმიური დაცვის საფუძვლები თბილისი. 1991წ.
3. გ. ალექსიძე-მცენარეთა დაცვა. თბილისი 2014წ.
4. მ. ლობჯანიძე, მ. ბერუაშვილი, გ. გაგოშიძე, მცენარეთა დაცვა. თბილისი. 2015წ.



Effectiveness of Digital Technologies in Managing Logistics Processes

Emeliane Gogilidze¹, Natia Gogilidze²

¹Georgian Technical University; Gogilidzeemeliane05@gtu.ge; ²Georgian Technical University;
Nataligogilidze@gmail.com

Introduction

To automate business processes and make effective decisions, small and medium enterprises (SMEs) are turning to various information systems that create a unified functional environment and allow management to run the organization using the best business practices and standards of the world.

One of the key benefits of digital technology in logistics is improved demand and supply forecasting processes. Data analytics and machine learning systems allow companies to more accurately predict which goods will be in demand and optimize inventories accordingly.

The most common information systems are ERP and CRM platforms. With an ERP system, a company is able to manage the supply chain and control requirements, effectively use labor resources, promptly manage the necessary information, and analyze revenues and expenses. As for CRM, this system allows companies to effectively manage customer-related processes, analyze sales figures and make appropriate assumptions. Depending on the functions of the mentioned platforms, their collaboration can be effective for any business. However, given the digital advances and transformations, how effective and appropriate the combination of such information systems is for the success and profitability of medium and small businesses is a matter of evaluation.

Key words: Intelligent Transportation System (ITS), logistics, ERP and CRM platforms, payment transport systems, automated control system, business processes, ITF-14, EAN-13 Technology.

1. The role of logistics in the global architecture of the economy

From the movement of raw materials to the delivery of finished products to consumers, logistics ensures the seamless flow of goods and services across borders, supporting international trade, economic growth, and everyday life.

Most of the products that we consume every day wouldn't reach us were it not for logistics -- the network of services that supports the movement of goods across or within national borders: transportation, warehousing, distribution, express delivery, and much more. Producers also rely on logistics to move parts

and components like keyboards and computer chips from far-flung suppliers along global value chains. So the performance of a country’s logistics industry matters a great deal for its competitiveness on export markets, and its ability to reliably and affordably secure the importation of the goods it needs for production and consumption.

During the pandemic, and especially this last year, supply chain issues disrupted businesses and created shortages across many industries. It showed the importance of logistics to our global economy. The Logistics Performance ranks countries by considering several factors including customs, infrastructure, international shipments, logistics competence, timeliness, and tracking tracing (Fig. 1):

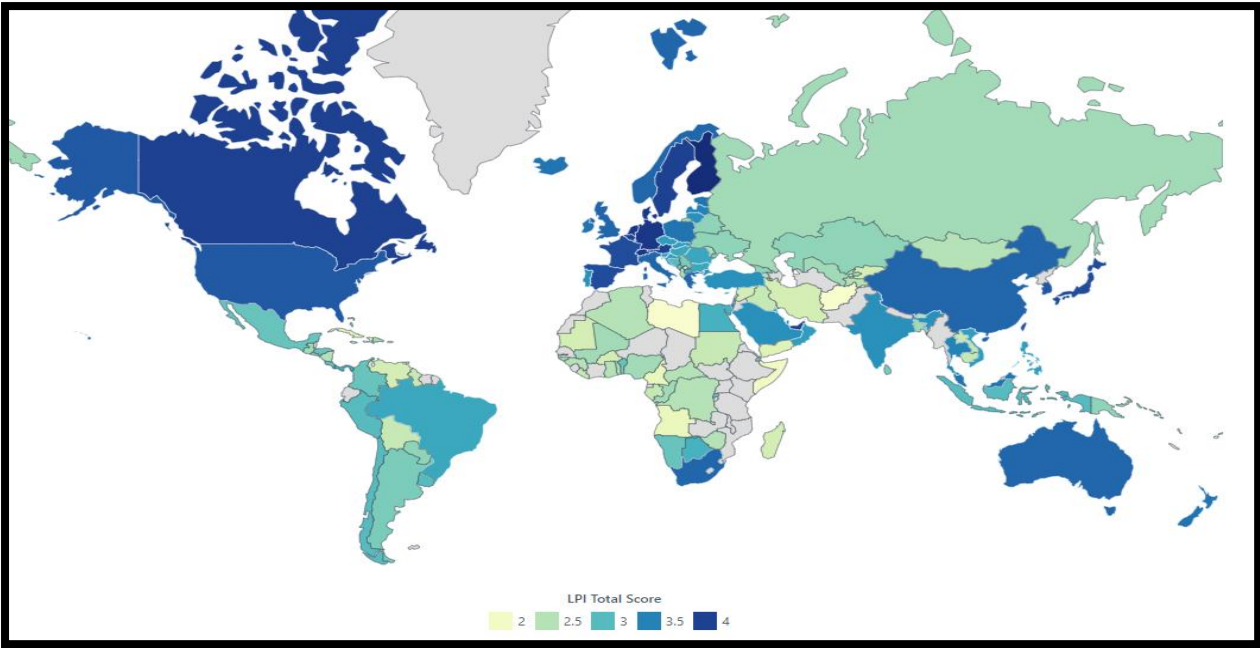


Fig.1. LPI Total Score

During the pandemic, and especially this last year, supply chain issues disrupted businesses and created shortages across many industries. It showed the importance of logistics to our global economy [1-4]. The Logistics Performance ranks countries by considering several factors including customs, infrastructure, international shipments, logistics competence, timeliness, and tracking tracing (Fig. 2):

COUNTRY	LPI TOTAL SCORE
Singapore	4.3
Finland	4.2
Germany	4.1
Netherlands	4.1
Switzerland	4.1
Denmark	4.1
Canada	4.0
Belgium	4.0
United Arab Emirates	4.0
Sweden	4.0

Fig. 2. Logistics Performance Index by Country 2024

Singapore is ranked first with a score of 4.30. Across all the evaluation areas, it ranked number one except for international shipments where it tied Hong Kong for second place. Finland is ranked second with a total score of 4.20. Interestingly, Finland was the country that beat out Singapore for the top international shipments score. Four countries tie for the next ranking with a score of 4.10: Germany, Netherlands, Switzerland, and Denmark.

The two countries with the lowest total scores are Afghanistan and Libya. Both have a 1.90. While Afghanistan scores higher in customs, logistics competence, and timeliness, Libya has stronger international shipments and tracking tracing. Both countries scored the same for infrastructure. After Singapore, Switzerland and Denmark scored highest in the customs category. Both scored 4.10. In that same category, Somalia scored a 1.5, while Angola and Yemen each scored a 1.7. For infrastructure, Switzerland came in second to Singapore with a score of 4.40. Germany and Canada both earned scores of 4.30. The lowest score for infrastructure was 1.70, scored by both Afghanistan and Libya. Yemen had the lowest score of 1.70 for international shipments, Somalia came in last with a score of 1.80 for logistics competence, and a score of 2.10 brought Angola and Cameroon to the bottom for timeliness.

The United States tied with South Korea with a score of 3.80 but beat out both China and the United Kingdom, both of which only scored 3.70. South Korea beat out the US slightly in customs and infrastructure, but the US scored slightly better at logistics competence and tracking tracing.

2. Logistics Information System (LIS)

Logistics is a relatively new economic science and, in fact, is in its infancy. Accordingly, for both theorists and practitioners there is a need for a deep study of logistics as a science in the process of economic management. The experience of developed countries shows the advantage of applying theoretical knowledge in the field of logistics in practice in terms of increasing economic efficiency. Logistics allows managers to form an effective strategy, to gain a competitive advantage in hard-to-predict market conditions. However, the logistics approach touches upon a wider range of issues: accordingly, the management of goods movement becomes more complete. Making decisions to improve competitiveness is difficult, so high-level planning is necessary. Origin of logistics: studying the demand, supply of resources, technical process and their management; Regulating the delivery of material flows, accumulating experience to develop future strategies, managing flows and making forecasts.

To make decisions, it is important to collect and process as much information as possible. To achieve the goal it is not enough to know only one direction, it is necessary to analyze all possible directions in order to choose the most economical one, the most suitable for solving the existing problem. The emergence of digital technologies has created great opportunities for the development of science, the development of perfect methods of planning and production management, but without a strict statement of tasks and mathematical description of processes, planning and management cannot be perfect. In modern conditions, the tasks of logistics are significantly expanding. In the management of technological

processes, the practical application of logistic knowledge makes it possible to promptly solve complex problems. In a market economy, the main role of these models is to find a compromise.

Information logistics is the part of logistics that organizes the movement of data (information) and follows the process of material flows. Information logistics is the link between supply, production and key.

The role of information logistics in the management of production, movement of goods and in all storage processes is great, which ensures timely delivery of goods in the required quantity, the required configuration and the required conditions. Quality from the place of production to the place of consumption with minimum costs and optimal service.

The main task of information logistics is to provide information produced within the control system and, conversely, to receive information occurring outside the system. Each level of the structural hierarchy should receive only the necessary information at the necessary time.

Information logistics should perform the following functions:

- collect information;
- analyze information;
- process information;
- sort and store necessary information;
- filter the information flow, i.e. store data, documents and necessary information for one or another level of management;
- combine and separate information flows;
- manage information flows (Fig. 3):



Fig. 3. Steps of Logistics Information System (LIS)

Information (economic) functions together with various information about economic objects (about the general process of production; exchange and consumption of material resources and services), which can be recorded, transmitted, processed and used in this way. For the implementation of management functions such as planning, analysis, regulation, control, etc.

3. Automated _Barcode Identification_Utilizing ITF-14; EAN-13 Technology

A large number of units of goods will pass through each link in the logistics chain. In addition, within each ring, goods move several times to storage and processing locations. The entire system of goods movement is a continuously pulsating discrete flow, the speed depends both on the production potential (capacity), the rhythm of orders and the size of available inventories, and on the speed of sales and

consumption. To be able to effectively manage this dynamic logistics system, it is necessary to have detailed information on incoming and outgoing material flows, as well as material flows moving within it, at any given time.

According to world experience, this problem is solved in material movement, in the implementation of logistics operations, through the use of microprocessor-based equipment capable of identifying (recognizing) a single unit of cargo. We are talking about a device capable of scanning various bar codes. This device allows you to get information about the work of logistics at industrial enterprises, wholesale bases, warehouses, stores, on the transport at the time of its movement. The information received is processed in a timely manner, which allows the control system to respond promptly[5-8].

Automated information sets are based on different types of barcodes, each of which has its own technical advantages. For example, the code with a rectangular outline ITF - 14 is easily printed on other codes, which allows it to be used on a corrugated base. It is used for coding of a commodity batch. For coding information on a limited surface we can use the code "alternation 2-5" (Fig. 4):



Fig. 4. Code ITF _ 14. Used for downloadable packages for coding

In logistics, among other codes, we can use code 128. With this code we can make batch number, production date, realization period, etc. coding. In the sphere of circulation, the EAN code, which can often be found on mass consumption goods, is widely used. Let's dwell more on the technology of using EAN code in logistics processes.

There is a code alphabet EAN, in which each digit corresponds to a certain set of stripes and lines. The 13-digit numerical code is assigned to the product at the production stage and is marked on the product in the form of stripes and lines. The first two or three digits stand for the country code assigned to it by the EAN association. This part of the resulting code is called the flag. The table shows the meaning of the different country codes. The next four digits are the manufacturer's index. The combination of country and manufacturer codes is a unique combination of digits that uniquely identifies the production output of the labeled product. The remaining digits of the code are provided to the manufacturer to code its products as it sees fit. At the same time, coding can be accomplished. Let us start from zero and go up to 99,999. Thus, the first twelve digits of the EAN code uniquely identify any product. The last 13th digit of the code is the control digit. It is calculated by a special algorithm based on the previous twelve digits. Incorrect decoding of one or more digits of the bar code will cause the computer, after calculating the twelve digits for verification, to find that it does not match the control number. With the number listed

on the item. Receipt of the scan will not be validated and the code will have to be calculated again. Thus, the check digit ensures reliable bar code operation and guarantees the stability and reliability of the entire system.

Studies show that product data entered manually from a computer keyboard has an average of one error for every 300 characters entered. When barcodes are used, that rate is reduced by 1 with an error rate of 3 million. The average cost of labor to detect and prevent one such error is \$25, according to the American Management Association. According to other studies, the cost per error is 100 dollars exceeds.

Barcoding and data collection technology is based on simple physical laws. A bar code is an alternation of dark and light stripes of different widths, built according to certain rules. The barcode image is made on an object that is the subject of control in the system. A scanning operation is performed to register this subject. At the same time, a small bright spot or laser beam of the scanning device is alternately moved across the barcode.

It crosses the dark and light belts. The light beam reflected from the bright belts is picked up by a photosensitive device and converted into a discrete electronic signal. Changes in the received signal depend on changes in the reflected light. The bar code decodes the electronic signal and converts it into a digital code. The numeric code of a product usually does not contain information about its properties. The unique 12-digit number is the address of a cell in the bar code's memory and contains all the information about the item. The combination of this information forms a commodity database. The database must subsequently be transmitted to the supply chain via an electronic communication network [9-13].

The technology of using the automated identification of bar codes in logistics allows to significantly improve the management of material flows at all stages of the logistics process.

4. Logistics in Internet mode

The development of trade relations through the Internet has formed a qualitatively new type of logistics and introduced a number of corrections in traditional business logistics. Business logistics is based on the joint actions of Internet logistics and computer or other automated means of communication. - Such a form of organizing logistics is called "**internet logistics**".

Electronic banking operations based on SWIFT and SWIFT II, as well as EDI (Electronic Data Interchange - Electronic Data Interchange) and EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) systems.

Logistics information-computer technology is an internal material flow in a unified logistics system - about characteristics and stocks of resources, work in progress, finished products, freight shipments, order parameters, etc. in real time. A set of operations for obtaining and processing information.

In developed countries, the **Global Satellite Communication System (Inmarsat)** is used for transport monitoring and dispatching.

This system includes:

- direct communication with the dispatcher;
- storing information in a database;

- location and status of the vehicle and cargo receive situational awareness;
- group recall of vehicles.

The **Inmarsat** provides two-way text and data transmission from anywhere on Earth. The connection is made by dedicated stations.

The program part of the commercial operations department includes:

- for automatic determination of the transportation route (electronic atlas);
- calculation of delivery cost and evaluation of route efficiency;
- calculation of optimal vehicle load;
- multimedia delivery route development;
- automated processing of transportation documents.

Organization of Internet access in international transportation is considered a very promising direction in logistics. A single database is being created that combines information data from geographically remote locations. such databases a vivid example is a **hyperactive database** [14-17].

The hypertext database consists of three sections: **1. Representative, 2. Advertising and 3. Commercial.** Each of them corresponds to a specific operation. Together, the sections and operations form the structure of a hypertext database (**Fig. 5**):

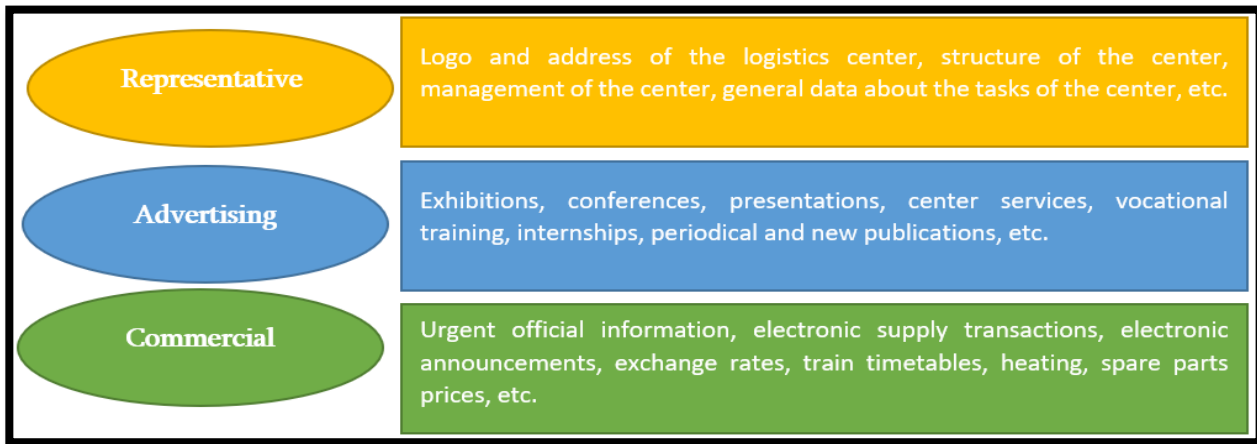


Fig.5. Hypertext database structure

5. Conclusion

Information technologies are in the active phase of their development. In addition, they have given impetus to a new trend in the economy called “digital economy”, which is currently being developed in state programs and government documents. The term “digital economy” goes beyond the concept of “informatization”, is a new global ideology, and implies more global integration processes that connect the information (digital) systems of business process participants to form a single information-technological (digital) space.

Optimization and automation of logistics processes can improve efficiency and reduce costs. However, with the increasing use of digital and electronic technologies, the threat of cyber attacks and potential data breaches is also increasing. Information security becomes an important step in the digitalization of logistics.

Technology in logistics offers new opportunities, but there is a need to secure them. The introduction of innovations and digital solutions must be accompanied by comprehensive measures to protect against cyber threats and unauthorized access to data. Protection systems, encryption and multi-level authentication processes are an integral part of security in the digital transformation of logistics.

References:

1. Gogilidze, E., & Gogilidze, N. (2024). The use of modern digital technologies in transportation. *Georgian Scientists*, 6(1), 177–185. <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.01.24>
2. E. Gogilidze, N. Gogilidze, "The impact of modern information and communication technologies on the formation of society". International scientific-practical conference: „Modern challenges and achievements in information and communication technologies“, 2023, pp. 365-375
3. Gogilidze, E., & Gogilidze, N. (2024). The role of green logistics in the sustainable development of the economy. *Georgian Scientists*, 6(3), 187–194. <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.03.17>
4. Gogilidze, E., & Gogilidze, N. (2024). The use of modern digital technologies in transportation. *Georgian Scientists*, 6(1), 177–185. <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.01.24>
5. Tamar Bitchikashvili, Lily Petriashvili, and Luka Kavtelishvili Jang. 2023. “DIGITALIZATION OF MANAGEMENT OF A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION, NATIONAL AND INTERNATIONAL CHALLENGES AND WAYS OF SOLUTION”. *World Science*, no. 3(81) (September). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092023/8032
6. Doborjginidze G., Petriashvili L. (2020) “Improving Efficiency of Inventory Identification System” *European Science Review*, Issue 1-2. <https://doi.org/10.29013/ESR-20-1.2-84-88> Pages: 84 – 88
7. Giorgi Doborjginidze, Lily Petriashvili, Mariam Inaishvili (2021) Optimization of Inventory Management in the Supply Chain. *Journal of Communication and Computer*, David Publishing Company 16 (2021) 1-5 <https://doi.org/10.17265/1548-7709/2021.01.001>
8. Giorgi Doborjginidze, Lily Petriashvili, Mariam Inaishvili. (2020). IMPROVE EFFICIENCY AND RELIABILITY OF SUPPLY CHAINS USING SMART CONTRACTS. *International Academy Journal Web of Scholar*, (8(50), 1-6 https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30122020/7261
9. Doborjginidze Giorgi, Petriashvili Lily (December 16-18, 2020) IMPLEMENTING BLOCKCHAIN IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT in Tallinn, Estonia.
10. Petriashvili, L., & Khomeriki, I. (2024). The Impact of Artificial Intelligence in the business process in the Phase of Data Analytics Georgian Technical University. *GEORGIAN SCIENTISTS*, 6(1). <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.01.07>

11. Doborjginidze, G., & Petriashvili, L. (2020). Improving Efficiency of Inventory Identification System. *European Science Review*, (1-2), 84-88. <https://doi.org/10.29013/ESR-20-1.2-84-88>
12. Giorgi Doborjginidze, Lily Petriashvili, & Mariam Inaishvili. (2021). Optimization of Inventory Management in the Supply Chain. *Journal of Communication and Computer*, 16(1). <https://doi.org/10.17265/1548-7709/2021.01.001>
13. Kiknadze, M., Zhvania, T., Kapanadze, D., & Petriashvili, L. (2023). INNOVATIVE MODEL DESIGN FOR THE MANAGEMENT OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Essays on Economics & International Relations*, 59.
14. Petriashvili, L., Lominadze, T., Tsereteli, T., Zhvania, T., Kiknadze, M., & Otkhзорia, N. (n.d.). EVALUATING ENERGY EFFICIENCY OF IDENTIFICATION SYSTEMS.
15. Petriashvili, L., Zhvania, T., & Kapanadze, D. (2017). Process Management in Warehousing Logistics using RFID Automated System. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS)*, 3.
16. Giorgi, Doborjginize. "Petriashvili Lily (December 16-18, 2020) IMPLEMENTING BLOCKCHAIN IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT in Tallinn."



ტრიკოტაჟის საქსოვ მანქანაზე ქსოვის პროცესში წარმოქმნილი დეფექტები

ნატო ფაილოძე¹, თეკლა დეისაძე², მარიამ ქარქაშაძე³;

¹საინჟინრო მეცნიერებათა დოქტორი, ასისტენტ-პროფესორი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, ქუთაისი, თამარ მეფის ქ. N59, 4600 ORCID ID - 0000-0002-7298-6281 E-mail: info@atsu.edu.ge nato.pailodze@atsu.edu.ge +995577625371; ²აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, “დიზაინი ტექსტილისა და ინტერიერისათვის სპეციალობის” IV კურსის სტუდენტი საქართველო, ქუთაისი, თამარ მეფის ქ. N59, 4600 tekladeisadze03@gmail.com, +995591118211; ³აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, “დიზაინი ტექსტილისა და ინტერიერისათვის სპეციალობის” IV კურსის სტუდენტი, საქართველო, ქუთაისი, თამარ მეფის ქ. N59, 4600, Karkashadzemari19@gmail.com, +995574702128

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ტრიკოტაჟის საქსოვ მანქანაზე ქსოვის პროცესში წარმოქმნილი სხვადასხვა სახის დეფექტები, რომელთა თავიდან აცილება შესაძლებელია თუ კი გვეცოდინება ის მიზეზები რაც მითითებულ სტატიაშია გადმოცემული.

საგანგებოდ შევისწავლეთ ტრიკოტაჟის საქსოვ მანქანაზე ქსოვის პროცესში თითქმის ბოლომდე მოქსოვილი დეტალის ჩამოვარდნის, ნაწარმის განაპირა მარყუჟების ჩამოშლის, ნემსებზე მიწოდებული ძაფის დიდი დაჭიმულობის, ნაქსოვის არასაკმარისი ძალით დაჭიმვის, ქსოვის სიმჭიდროვის არასწორი შერჩევის, ნემსზე მარყუჟების დაგროვების, ძაფმიწოდ სისტემაში მისი არასწორი გატარების, ძაფის მიმმართველის თვალაკების გაუწმენდაობის, ქსოვის პროცესში საქსოვი ძაფის დაჭიმულობის მკვეთრი ცვლილების, ნაქსოვის არათანაბარი დაჭიმვის, გაიშვიათებული რიგის წარმოქმნის, კულირების სხვადასხვა სიღრმის, საქსოვ ურიკაზე სხვადასხვა კულირული სოლის, ძაფის დაჭიმულობის მკვეთრი ზრდის შედეგად მომხდარი მარყუჟების ჩაწყვეტის, ძაფში კვანძის არსებობის, მანქანის დეტალების ხორკლიანი ზედაპირის, ძაფმატარის არასწორი დაყენების, ნემსის ენის ან ქუსლის მოტეხვის, სანემსის ღარებში ნემსების გამწვანებული გადაადგილების, და სხვა მიზეზების გამო წარმოქმნილი დეფექტები. მოვახდინეთ ამ დეფექტების გამომწვევი მიზეზების სისტემატიზაცია ხარისხიანი ნაქსოვი ნაწარმის მისაღებად. შევისწავლეთ მათი თავიდან აცილების და აღმოქვრის გზები.

საკვანძო სიტყვები: ტრიკოტაჟი, მარყუჟი, საქსოვი მანქანა, დეფექტი, ქსოვის პროცესი, ძაფი, ნაქსოვი.

იშვიათად მაგრამ ხდება, რომ ქსოვის პროცესში თითქმის ბოლომდე მოქსოვილი დეტალი ჩამოვარდება საქსოვი მანქანის ნემსებიდან. ეს ხშირად ხდება უბრალო უყურადღებობის (ძაფის

წყვეტის შეუმჩნეველობის, ან ბოზინაზე ძაფის ამოწურვის გამო), მაგრამ ხშირად სხვა უფრო სერიოზული მიზეზებიც არსებობს: მაგალითად, საქსოვ ურიკაზე ძაფმატარის არასწორი დაყენება, ურიკაზე ჯაგრისების არასწორი მდგომარეობა, დაზიანებული ნემსები და ა.შ.

ასეთი წუნის თავიდან ასაცილებლად ქსოვის დაწყებამდე ზედმიწევნით უნდა შევამოწმოთ მანქანის მზაობა ქსოვისთვის, ხოლო წუნიანი დეტალები უნდა გადავახვიოთ გადასახვევ მანქანაზე. ნედლეული გამოვიყენოთ განმეორებით.

ქსოვის პროცესში ხშირად ხდება განაპირა (ნაწიბურის) მარყუჯების ჩამოშლა, იმ მიზეზით, რომ ისინი ქსოვის პროცესში ზედმეტად დაიჭიმებიან. ნაწიბურზე წარმოიქმნება ხაოსმაგვარი წაგრძელებული მარყუჯები.

ასეთი დეფექტების მიზეზები შეიძლება იყოს: საქსოვი ურიკა დიდი მანძილით სცილდება საქსოვ უბანს და წარმოიქმნევა ძაფის დიდი მონაკვეთები, რომლებიც ზრდიან განაპირა მარყუჯების სიგრძეს ან იგივე შეიძლება მოხდეს, თუ ძაფდამჭიმი არასწორად არის დარეგულირებული. ის ვერ ახერხებს ზედმეტი ძაფის ამოქაჩვას და განაპირა მარყუჯები სისტემატურად ჩამოვარდებიან ნემსებიდან (სურ. 1).

ასეთი სახის წუნის თავიდან ასაცილებლად უნდა ვარეგულიროთ საქსოვი ურიკის გაქანების სიდიდე და ასევე ძაფმატარი დავარეგულიროთ ისე, რომ მანძილი ჰორიზონტალურ ხაზსა და ძაფდამჭიმის წვერს შორის იყოს 10-15სმ. ეს ისეთი სახის წუნია, რომელიც თავს იჩენს ქსოვის დაწყებისთანავე, ამიტომ მისი აღმოფხვრა მალევეა შესაძლებელი.

მარყუჯების დაგროვება ნემსებზე: აღნიშნული წუნი წარმოადგენს ძლიერ დაგრძელებულ მარყუჯებს, რომელზეც ერთი ან რამდენიმე ყულფია. მარყუჯის ზედმეტად დაგრძელების გამო ხდება მისი ჩაწყვეტა. ნემსზე მარყუჯების დაგროვება შეიძლება მოხდეს ერთდროულად რამდენიმე ადგილზე.

წუნის მიზეზია ნემსებზე მიწოდებული ძაფის დიდი დაჭიმულობა, ნაქსოვის არასაკმარისი ძალით დაჭიმვა, ან ქსოვის სიმჭიდროვის არასწორი შერჩევა. გარდა ამისა ნემსზე მარყუჯების დაგროვების მიზეზი შეიძლება იყოს თვით ნემსი, თუ ნემსის ენა თავისუფლად ვერ ბრუნავს ღერძზე, ხოლო ძველი მარყუჯი არ ჩამოვარდება, არამედ შეყოვნდება მასზე.

აღნიშნული დეფექტის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა აღმოფხვრათ ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა მიზეზი.

ქსოვის პროცესში ნახვრეტების წარმოქმნის მიზეზი შეიძლება იყოს სხვადასხვა:

- ძაფის დაჭიმულობის მკვეთრი ზრდის შედეგად მომხდარი მარყუჯების ჩაწყვეტა;
- ძაფში კვანძის არსებობა;
- მანქანის დეტალების ხორკლიანი ზედაპირი;
- ძაფმატარის არასწორი დაყენება;
- ნემსის ენის ან ქუსლის მოტეხვა;
- სანემსის ღარებში ნემსების გამწვანებული გადაადგილება (სურ. 2).

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი მიზეზი იწვევს ძაფის წყვეტას და მარყუჯების ჩაგლეჯვას.

ქსოვის პროცესში ძაფი შეიძლება გაწყდეს ძაფმიწოდ სისტემაში მისი არასწორი გატარებით, ძაფის მიმმართველის თვალაკების გაუწმენდაობით ან მათში სხვა რაიმე დეფექტების არსებობის გამო.

ყველა ეს მიზეზი შემოწმებული და აღმოფხვრილი უნდა იყოს ქსოვის დაწყების წინ. თუ მაინც წარმოიქმნა მსგავსი წუნი და ნახვრეტი, რომელიც ძალიან დიდი ზომის არ არის, მაშინ უნდა მოვიქცეთ შემდეგნაირად; საქსოვი ნემსით ფრთხილად ამოვიყვანოთ ჩაშლილი მარყუჟები და ნაწარმის უკუპირიდან საკერავი ნემსით ჩავამაგროთ ისინი მალული გვირისტულით.

ქსოვის უთანაბრობა: მანქანაზე ქსოვა უნდა ხორციელდებოდეს მარყუჟთა თანაბარი და სწორი რიგების წარმოქმნით. იშვიათად ხდება, რომ წარმოიქმნება განსხვავებული მარყუჟთა რიგები, ანუ ხორციელდება არათანაბარი ქსოვა. ამის მიზეზი შეიძლება იყოს ქსოვის პროცესში საქსოვი ძაფის დაჭიმულობის მკვეთრი ცვლილება ბობინიდან გადმოხვევის დროს ან ბობინის შეცვლის გამო. დაჭიმულობა ასევე დამოკიდებულია ბობინის ნახვევის დიამეტრზე და ნახვევის სიმჭიდროვეზე.

- ნაქსოვის არათანაბარი დაჭიმვა განსხვავებული დამჭიმი ტვირთების გამო;
- კულისრული სოლების მდებარეობის შემთხვევითი ცვლილება.

აქაც, როგორც სხვა შემთხვევაში უნდა შევამოწმოთ მანქანის გამართულობა და აღმოვფხვრათ მიზეზები.

ასეთი დეფექტის გასწორება შეიძლება შემდეგნაირად.

თუ აღნიშნული დეფექტის წარმოქმნას მაშინვე შევნიშნავთ, მის გასასწორებლად მანქანაზევე უნდა ჩამოვარდვიოთ მარყუჟთა რიგები დეფექტიანი რიგის ჩათვლით. დავთვალოთ დარღვეული რიგების რაოდენობა. ამ რაოდენობით დავაბრუნოთ უკან მრიცხველის ჩვენება, შევამოწმოთ ძაფის მიწოდების სითანაბრე, ნემსების განლაგება და ამის შემდეგ გავაგრძელოთ ქსოვა.

თუ გაიშვიათებული რიგი ვერ შევამჩნიეთ და აღმოვაჩინეთ ის ქსოვის დამთავრების შემდეგ, მაშინ უნდა მოვიქცეთ შემდეგნაირად:

გავშალოთ დეტალი და მოვნიშნოთ დეფექტიანი რიგი. ამისთვის ავილოთ საკერავი ნემსი და მისი ყურით ამოვქაჩოთ ძაფი გაიშვიათებული რიგიდან (სურ.4).

მარჯვენა ნემსის ყური გვიჩვენებს სწორ რიგს, მარცხენა კი იმ ადგილს, საიდანაც დაიწყო წუნიანი რიგის ქსოვა. საკერავი ნემსის ყურით ნელნელა დავიწყოთ თითოეული მარყუჟის ჯოხების ამოქაჩვა (სურ.5). ამოქაჩული ძაფის სიგრძე თანდათან იზრდება (სურ.6).

ადგილი, საიდანაც ვახდენთ ძაფის ამოქაჩვას, აუცილებლად უნდა დავაფიქსიროთ მარცხენა ხელის თითით (სურ.7). ასე თანდათან რიგის ბოლომდე უნდა მოვახდინოთ მარყუჟთა თითოეული ჯოხის ამოქაჩვა (სურ.8).

საკერავი ნემსის ყურზე ამოქაჩული ძაფით წარმოქმნილი მარყუჟის სიგრძე საკმაოდ გაიზარდა (სურ. 9, 10).

როდესაც რიგის ბოლო მარყუჟს ამოვქაჩავთ, შევამოწმოთ გასწორდა თუ არა დეფექტი. თუ არ გასწორდა და ყველა მარყუჟი ერთი სიდიდის არ არის, ოპერაცია შეიძლება გავიმეოროთ

თავიდან. თუ დეფექტი აღმოფხვრილია და დეფექტიანი რიგი ისეთივეა, როგორც დეტალის დანარჩენი მარყუჟთა რიგები მაშინ რიგის ბოლოში ამოქაჩული ძაფით წარმოქმნილი დიდი მარყუჟი ჩავნასკვოთ, ხოლო მისი ბოლოები დავმალოთ კერვის დროს.

ტრიკოტაჟული ტილოს განივი და გრძივი ზოლიანობა: ტრიკოტაჟის განივი ზოლიანობა გამოისახება გაიშვიათებული ან შემჭიდროვებული მარყუჟთა რიგების არსებობით. მიზეზი შეიძლება იყოს კულირების სხვადასხვა სიღრმე საქსოვი ურიკის სხვადასხვა კულირულ სოლზე. ორფონტურიან მანქანებზე ქსოვის დროს ამის მიზეზი შეიძლება იყოს სანემსეებს შორის არათანაბარი დაცილება. ანალოგიური წუნის შეიძლება მივიღოთ ბობინაზე სხვადასხვა ხარისხის ნართის არსებობის შემთხვევაში. (სურ. 11).

ტრიკოტაჟული ტილოს გრძივი ზოლიანობა შეიძლება გამოისახოს გაიშვიათებული ან შემჭიდროვებული მარყუჟთა სვეტების არსებობით. ეს აიხსნება მარყუჟთა სვეტებში გადიდებული ან შემცირებული ზომის მარყუჟების არსებობით. მიზეზი შეიძლება იყოს ნემსების განსხვავებული მუშა სვლა, მათი არათანაბარი გადაადგილება სანემსის ღარებში, ნემსის ენის გამძლელებული ბრუნვა ღერძზე, ნემსის თავის დეფორმაცია.

ტრიკოტაჟული ტილოს გამრუდება ხდება მაშინ:

- თუ ქსოვა ხორციელდება სხვადასხვა ვერტიკალური სიმჭიდროვით;
- სანემსის არასწორი დაყენებით;
- მიმმართველი ურიკის არასწორი დაყენებით;
- დეტალების არასწორი დაჭიმვით მარყუჟთა რიგების გასწვრივ;
- დეტალების ქსოვა ნემსების არათანაბარი რაოდენობით 0 - დან მარჯვნივ და მარცხნივ.

ტრიკოტაჟის გამრუდების თავიდან აცილება შეიძლება ყველა აღნიშნული მიზეზის აღმოფხვრით.

ნემსების ან მათი კავების დაზიანება ხდება იმ შემთხვევაში, თუ საქსოვი ძაფი არ შეესაბამება მანქანის კლასს (ძალიან მსხვილია); ასევე მიზეზი შეიძლება იყოს სანემსეების არასწორი დაყენება, რაც იწვევს ნემსების ერთმანეთთან შეხებას. ხშირ შემთხვევაში ნემსების დაზიანების მიზეზი შეიძლება იყოს ძაფმატარის ან ჯაგრისების არასწორი დაყენება.

იმისთვის, რომ მივიღოთ ხარისხიანი უდეფექტო ნაწარმი, საჭიროა განსაკუთრებული ყურადღება მივაქციოთ იმას, რომ ნემსები იყოს იდეალურ მდგომარეობაში. (სურ. 12).

ნემსები უნდა იყოს კარგად გაპრიალებული, მათზე არ უნდა არსებობდეს არავითარი ნაკაწრი, ჟანგის ლაქები და ყველაფერი ის, რამაც შეიძლება იმოქმედოს გადასამუშავებელ ძაფზე, გამოიწვიოს მისი წყვეტიანობა და დაზიანება, ხელი შეუშალოს მის გადაადგილებას ძაფმატარამდე. ნემსის ენა თავისუფლად უნდა ბრუნავდეს ღერძზე. ნემსის თავაკის დახურვის დროს ენა მჭიდროდ უნდა ეფარებოდეს თავაკის კავს.

ასევე მნიშვნელოვანი და გასათვალისწინებელია ტრიკოტაჟის გამოყვანის, გამოჭრისა და კერვის პროცესში მიღებული დეფექტები.

ტრიკოტაჟის გამოყვანის შედეგად ტექნოლოგიური პროცესის დარღვევის გამო შესაძლოა თავი იჩინოს შემდეგი სახის დეფექტებმა:

- სხვადასხვა ზომის და ტილოს სხვადასხვა ადგილას ჟანგიანი ლაქები. რომლებიც ჭუჭყიანი მოყავისფრო ფერისაა, მიზეზი შეიძლება იყოს ჟანგიანი ხელსაწყოების გამოყენება ან ჟანგიან ზედაპირთან შეხება;
- შეღებილი ტილოს არათანაბარი და არეული ფერები. მიზეზი შეიძლება იყოს საღებავის ცუდი ფილტრაცია ან ტრიკოტაჟული ტილოს არათანაბარი გაწურვა;
- ჩანაკეცებს იწვევს მაღალ ტემპერატურაზე ტრიკოტაჟის შემთხვევითი მოკეცვა რომლის გასწორება შემდეგში შეუძლებელია. დეფექტი უნდა ამოიჭრას და გადავიდეს წუნში, ან ეკონომიის მიზნით მოხდეს მისგან მცირე დეტალების გამოჭრა.
- ზეთიანი ლაქები, წარმოიქმნება ტილოზე დაზეთილი ხელსაწყოს გამოყენებით ზეთით დასვრილ ზედაპირზე მისი განფენით ან ზეთის წვეთების მიშხეფებით. ასეთი წუნის აღმოფხვრა შეუძლებელია.
- არასწორი შეღებვა, წუნი წარმოადგენს ტილოზე წარმოქმნილ მოთეთრო ზოლებს, რომლის მიზეზი არის არასწორი ღებვა.
- დაჩითვის პროცესში წარმოქმნილი ნახატის არევა, ნახატის არასრული გადატანა, ფიგურების არათანხვედრა. ასევე შეიძლება ტრიკოტაჟზე აღმოჩნდეს საღებავის წვეთები, ფონის არასრული დამაგრება ან ტრიკოტაჟის არასასურველ ადგილზე მოხდეს ნახატის ანაბეჭდის გადატანა.
- საბოლოო გამოყვანის დროს ნაწარმზე დარჩენილი ლაქები. გაუწმენდავი უთოს გამოყენების შედეგად, მზა ნაწარმის ზედმეტი გაუთავებით მოხდეს კუთხეების და ნაკერების გაპრიალება, ზედმეტად გახურებული უთოთი დაუთოვებისას წარმოიქმნას ყვითელი ლაქები.

გამოჭრისა და კერვის პროცესში შეიძლება წარმოიქმნას შემდეგი სახის წუნები:

- ტრიკოტაჟზე არსებული ნახატის, „უზორის“ ხაზების არათანხვედრა დეტალების შეერთების დროს. ეს დეფექტი წარმოიქმნება არასწორი განფენით, როდესაც უგულვებელყოფილია ტრიკოტაჟული ტილოს განფენის წესები. შედეგად შემაერთებელი გვირისტების ხაზზე ადგილი ექნება ნახატის სიმეტრიის დარღვევას;
- გვირისტში ძაფის გაწყვეტა. დეფექტი წარმოიქმნება ძაფის მიწოდების არასწორი რეგულირებით. კერვის უბანზე ძაფის მიწოდების შეწყვეტა იწვევს გვირისტულების გამოტოვებას და შესაბამისად ამ ადგილებში არ მოხდება დეტალების შეერთება;
- საკეტლერე ნაკერის არასწორი შესრულება. კეტლირების ადგილას პროცესი დაირღვევა და დეტალები ვერ შეერთდება.

აღნიშნული დეფექტი შეიძლება გამოწვეული იყოს ძაფის დეფექტით ან მკერავის უყურადღებობით. დეფექტის აღმოფხვრა შეიძლება მხოლოდ ნაკერის დარღვევით და მისი ხელახლა შესრულებით.

- ტრიკოტაჟული კეტლირების დეფექტი (სურ. 13).

- ტრიკოტაჟული გვირისტის დეფექტი (სურ. 14).

წუნი წარმოიქმნება ნაკერის არასწორი შესრულებით. მისი გამოსწორება შესაძლებელია გამოტოვებული მარყუჟების ფრთხილად ჩამაგრებით.

ტრიკოტაჟული ტილოს მარყუჟის ნემსით ჩაჭრა. აღნიშნული დეფექტი მიიღება თუ კერვა ხორციელდება ნემსებით, რომლებიც არ არის განკუთვნილი ტრიკოტაჟის შესაკერად ან ბლაგვი და დაზიანებულია.

ამ შემთხვევაში ნაკერის გასწვრივ წარმოიქმნება მცირე ზომის ნასვრეტები. ნასვრეტები წარმოიქმნება იმ შემთხვევაშიც, თუ ძაფი ბოლომდე არ გაწყდა და დაზიანდება მისი დიამეტრის ნაწილი, გასათვალისწინებელია, რომ ეს ძაფი ექსპულატაციის დროს აუცილებლად გაწყდება და მოხდება მარყუჟთა სვეტის ჩაშლა. თუ ძაფი მთლიანად გაწყდა კერვის პროცესის დროს მარყუჟთა სვეტის ჩაშლა მოხდება იქვე

ასეთი წუნის გამოსწორება შეიძლება ადგილზევე. საქსოვი ნემსით ფრთხილად ამოვიყვანოთ ჩავარდნილი თვალი და ჩავამაგროთ ფარული გვირისტულით ნაწარმის უკუპირზე.

გარდა ჩამოთვლილი დეფექტებისა ნაწარმში ასევე გვხვდება დეფექტები, რომლებიც ხასიათდება გადახრით სტანდარტულ ზომებთან შედარებით. მაგალითად:

- სახელოების განსხვავებული სიგრძე და განი;
- მხრების განსხვავებული სიგრძე;
- მანქეტების განსხვავებული სიგრძე;
- შარვლის ტოტების განსხვავებული სიგრძე;
- გვერდითი ნაკერების სხვადასხვა სიგრძე;
- თამასების, ჯიბების და ა.შ. ზომების სხვაობა და მათი არასიმეტრიული განლაგება;
- არათანაბარი მანძილი ღილებსა და ღილკილოებს შორის;
- საყელოს გამრუდება.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. N. Pailodze, A.Gvetadze, USE OF FOLK ORNAMENTS IN KNITTED PRODUCTS, MODERN DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH DEVELOPMENT Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference Chicago, USA , 22-24.12. 2021, გვ. 556-560. <https://sci-conf.com.ua>
2. N. Pailodze, N. Abesadze, L. Lusrmanashvili, ANALYSIS OF THE KNITTING KNITWEAR PROCESS BY PRESS NETWORK, Norwegian Journal of development of the International Science №32(1), 2019, გვ.52-55. <http://www.njd-iscience.com>
3. N. Abesadze, N. Pailodze, L. Lusrmanashvili, Z. Vadachkoria K.bakuradze, THE KNITTING OF ORNAMENTS IN KNITWEAR, Scientific journal "Norwegian journal for the development of international science", №20, 2018, გვ.63-66 .
4. [Міжнародні Конференції - Архів Наукова Конференція SCI-CONF](#)

5. ბ. ფაილოძე. „ტრიკოტაჟის ნაწარმის მიღება“. ქუთაისი 2016.
6. Сидоренко В.Н. Рачицкая Е.И. Моделирование и художественное оформление изделий из трикотажа: Учебное пособие для студентов среднего профессионального образования. - Ростов-н/Д, Феникс, 2003, 416 с.
7. <http://www.mnemosina.ru>
8. [Простые рельефные узоры спицами с описанием и схемами \(ladies.by\)https://www.cleanprice.ru/infos185.html](https://www.cleanprice.ru/infos185.html)

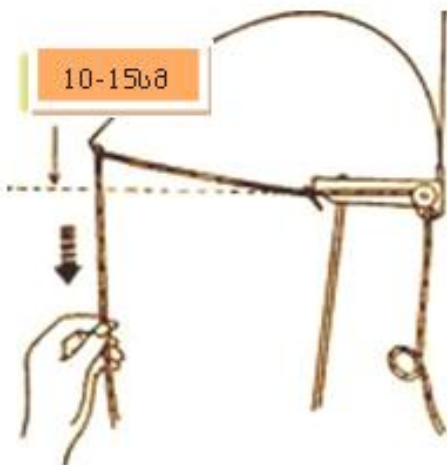
Defects in the process of knitting on a loom

Abstract

The paper discusses various types of defects that occur in the process of knitting on a knitting machine, which can be avoided if we know the reasons given in the article.

In particular, we studied the falling of the detail knitted almost to the end during the knitting process on the knitting machine, the falling off of the loops on the edge of the product, the high tension of the thread supplied to the needles, the insufficient tension of the knitted fabric, Incorrect selection of the density of knitting, accumulation of loops on the needle, its incorrect handling in the threading system, contamination of the eyes of the thread guide, sharp changes in the tension of the knitting thread during the knitting process, uneven stretching of the knitted fabric, the formation of a rarefied row, different depth of knitting, different knitting wedges on the knitting carriage, breaking loops caused by a sharp increase in thread tension, the presence of a knot in the thread, rough surface of the machine details, incorrect setting of the threader, breaking of the needle tongue or heel, Defects caused by difficult movement of needles in needle grooves and other reasons. We systematized the causes of these defects to obtain quality knitted products. Let's study ways to prevent and eliminate them.

key words: knitting, loop, knitting machine, defects, knitting process, thread, Knitted products.



სურ. 1.



სურ. 2.



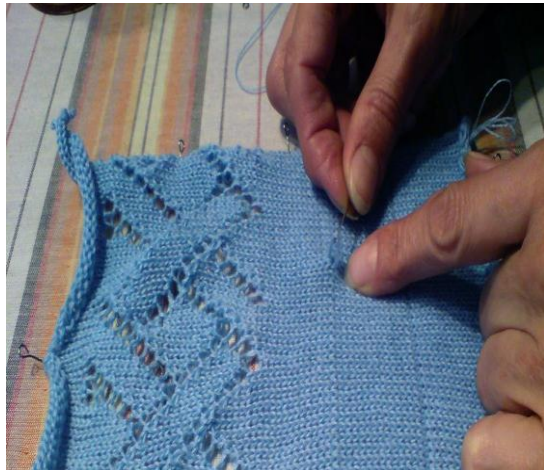
სურ.3.



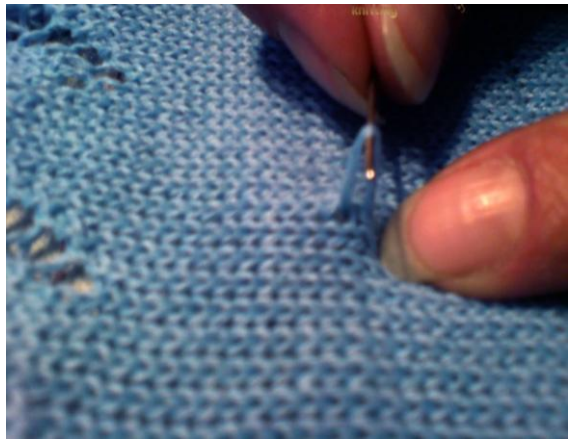
სურ.4.



სურ. 5.



სურ. 6.



სურ. 7.

სურ. 8.



სურ. 9.



სურ. 10.



სურ. 11.



სურ. 12.



სურ. 13.



სურ. 14



ბიომრავალფეროვნებისა და დამხმარე მცენარეების ალელოპათიური შესაძლებლობების გამოყენება პომიდვრის ბიოწარმოებაში

ბერუაშვილი მზია, წერეთელი გოჩა, კერესელიძე მანანა, სარალიძე მზეინაბ, წილოსანი გივი
სოფლის-მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, თბილისი, საქართველო
mzia.beruashvili@srca.gov.ge

რეზიუმე

სტატია ეხება ორგანულ სოფლის მეურნეობაში ბიომრავალფეროვნების მნიშვნელობას და არომატული ბალახოვანი მცენარეების შერეულ ნათესებსა და ნარგავებში გამოყენების შესაძლებლობების კვლევას. შესწავლილია პომიდვრის „თანამგზავრი“ სხვადასხვა მცენარის (შავი ბოლოკი, პრასი, იმერული ზაფრანა, კატაბალახა, დედოფლის ყვავილი, გულყვითელა, რეჰანი და კიტრისუნა) ზეგავლენა პომიდვრის კულტურაზე. დადგენილია, რომ პომიდვრის შერეულ ნათესში განთავსებული „თანამგზავრი“, დამხმარე მცენარეების ალელოპათიური შესაძლებლობები მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ძირითადი კულტურის ზრდა-განვითარებაზე, მავნებელ-დაავადებებსა და მოსავლიანობაზე. მათი ზეგავლენით პომიდვრის შერეულ ნათესში მოსავლის რაოდენობა საშუალოდ 28.5 %-ით აღემატება საკონტროლო ვარიანტში (მხოლოდ პომიდორი) მიღებულ მოსავალს. დამატებით ბიოპრეპარატების გამოყენებისას კი ეს სხვაობა კიდევ უფრო მნიშვნელოვნად მატულობს. პომიდვრის კულტურის ნაკვეთის პერიმეტრზე კიტრისუნას შეთესვით მოსავლის რაოდენობა 22.8 %-ით იზრდება საკონტროლოსთან შედარებით. პომიდვრის მწკრივებში და პერიმეტრზე რეჰანთან შეთესვისას 20.2 %-ით მატულობს, ხოლო იმერული ზაფრანას შემთხვევაში სამეურნეო ეფექტიანობა 34.5 %-ს აღწევს. გარდა ამისა, პომიდვრის შერეულ ნაკვეთზე არსებული ბიომრავალფეროვნება განაპირობებს მავნე მწერების რაოდენობისა და დაავადებათა გავრცელების შეზღუდვას. კერძოდ, ბოსტნეულის მწვანე ბაღლინჯოს რიცხოვნობა 61.3 %-ით მცირდება საკონტროლოსთან შედარებით, ხოლო პომიდვრის ჩრჩილის მიერ გამოწვეული დაზიანება საცდელ ვარიანტებში მხოლოდ 2 ბალს აღწევს, მაშინ როცა საკონტროლოში, მათ შორის ქიმიური საშუალებების გამოყენების შემთხვევაშიც კი დაზიანება 5 ბალამდე იზრდება.

ჩატარებული კვლევის მიხედვით, შერეულ ნათესებში ბიომრავალფეროვნება განაპირობებს ასევე საკვები ელემენტების შეთვისებისა და მინერალური კვების პირობების გაუმჯობესებას, რაზედაც მიუთითებს შთანთქმის ტევადობის გაზრდილი მაჩვენებლები.

საკვანძო სიტყვები: ბიომრავალფეროვნება, ალელოპათია, შერეული ნათესი, ბიოწარმოება

სამყაროს სიმდიდრეს და სილამაზეს მისი მრავალფეროვნება ქმნის, მრავალფეროვნებაში კი უდიდესი ადგილი და როლი ბიომრავალფეროვნებას უკავია. დღეს, როცა სხვადასხვა მიზეზის გამო ბიომრავალფეროვნება, მათ შორის, აგრობიომრავალფეროვნება მრავალი საფრთხის წინაშე დგას (ჭარბი მოპოვება, საარსებო გარემოს დეგრადაცია, ინტროდუქცირებული სახეობების გავლენა ადგილობრივ სახეობებზე, გარემოს დაბინძურება, კლიმატის ცვლილება), მისი შენარჩუნების ერთ-ერთ და უმნიშვნელოვანეს გზას ორგანული სოფლის მეურნეობა წარმოადგენს. ბიომეურნეობაში გადამწყვეტი როლი ენიჭება ბიომრავალფეროვნებას, რამდენადაც იგი განაპირობებს ბიოლოგიური სისტემების ფუნქციურ მთლიანობას და ცვალებადი პირობებისადმი სისტემის შეგუების უნარს. დიდი მნიშვნელობა აქვს შერეულ ნათესებს, სადაც ერთმანეთთან შეხამებულია მარცვლოვანი კულტურების, საკვები ბალახების, ბოსტნეულის, ვაზის, ხეხილისა თუ არომატული ბალახოვანი მცენარეების სხვადასხვა სახეობა და ჯიში. ძირითად სასოფლო-საეურნეო კულტურებთან ერთად დამხმარე, „თანამგზავრი“ მცენარეების გამოყენების შესაძლებლობების კვლევა და პრაქტიკაში დანერგვა ყოველდღიურად უფრო და უფრო მეტ აქტუალობას იძენს და ერთ-ერთ პრიორიტეტულ ადგილს იკავებს ორგანულ სოფლის მეურნეობაში (1). შერეული ნათესების მოწყობისას აუცილებელია, გავითვალისწინოთ ალელოპათიური ურთიერთობები და გავლენები. როგორც ცნობილია, ალელოპათია არის ბიოლოგიური ფენომენი, რომლის საშუალებითაც ცოცხალი ორგანიზმი წარმოქმნის გარკვეულ ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს ანუ ბიოქიმიკატებს და მათი საშუალებით გავლენას ახდენს სხვა ორგანიზმების არსებობაზე, ზრდა-განვითარებასა და რეპროდუქციაზე (2). მცენარეთა ალელოპათია ერთ-ერთი სახეა მცენარეებს შორის ურთიერთზემოქმედებისა, რომელსაც შეიძლება ჰქონდეს დადებითი ან უარყოფითი ეფექტი. ორგანულ სოფლის მეურნეობაში ალელოპათიის სისტემების გამოყენება გულისხმობს როგორც ბაქტერიციდული, ფუნგიციდური და ინსექტიციდური აქტივობის მქონე, ასევე სარეველების დამთრგუნველი და ნიადაგის სტრუქტურისა და ნაყოფიერების გამაუმჯობესებელი მცენარეების გამოყენებას.

აქედან გამომდინარე, ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა სხვადასხვა დამხმარე, „თანამგზავრი“ მცენარის და მათი ალელოპათიური გავლენების შესწავლა პომიდვრის შერეულ ნათესში სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის წილკნის საცდელ ბაზაზე არსებულ ბიონაკვეთში. ალელოპათიის პრინციპების გათვალისწინებით (3) „თანამგზავრ მცენარეებად“ შეირჩა როგორც სხვა ბოსტნეული კულტურები (შავი ბოლოკი (*Raphanus sativus* var. *niger* (L.) J. Kern., პრასი (**Allium porrum** L.), ისე პესტიციდური აქტივობის არომატული მცენარეები (იმერული ზაფრანა (*Tagetes patula* L.), კატაბალახა (*Valeriana officinalis* L.), დედოფლის ყვავილი (*Tropaeolum* L.), გულყვითელა (*Calendula officinalis* L.), რეჰანი (*Ocimum* L.) და კიტრისუნა (*Borago officinalis* L.).

კვლევაში გამოყენებული გვქონდა ორგანულ სოფლის მეურნეობაში, მცენარეთა დაცვასა და აგრონომიაში მიღებული მეთოდები (4).

დაავადებების გავრცელების აღრიცხვა ხდებოდა ფორმულით: $I=a/N \times 100$ (Шамрай, Глущенко, 2006), ხოლო მონიტორინგის საფუძველზე გამოვლენილ დაავადებათა იდენტიფიცირება მიმდინარეობდა ვიზუალურად და საანალიზო ნიმუშების მიკროსკოპული ანალიზებით მცენარეთა პათოლოგიაში მიღებული მეთოდებით (Agris, 2005).

მავნე მწერებისა და მათი ბიოაგენტების მონიტორინგი ტარდებოდა ვიზუალურად, მცენარეთა დაზიანების ინტენსივობის შეფასებით, მწერების რიცხოვნობის შეფასებით და სხვ., ხოლო სარეველების აღრიცხვა წარმოებდა თვალზომითი აღრიცხვის მეთოდით 4 ბალიანი შკალის გამოყენებით.

სამეურნეო ეფექტიანობის განსაზღვრა ჩატარდა მიღებული მოსავლის რაოდენობის შედარებით საცდელ და საკონტროლო ვარიანტებში ($X = (A-B)/A \times 100$).

რენტაბელობის დადგენა და ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრა განხორციელდა თითოეული ვარიანტის დანახარჯებისა და მიღებული შემოსავლების შესაბამისად.

ცდები ჩატარდა საცდელ (შეთესილი დამხმარე მცენარეებით) და საკონტროლო (შეთესვის გარეშე) ვარიანტებად თანაბარ ფართობებზე სამ-სამ განმეორებად. თითოეული ვარიანტის ერთი დანაყოფის ფართი - 50 მ².

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ალელოპათიის გავლენით შერეულ ნათესებში ბოსტნეული კულტურების მოსავლიანობა მნიშვნელოვნად მატულობს. პომიდვრის შერეულ ნათესში (კვლებში: პომიდორი „ჭოპორტულა“, პრასი, შავი ბოლოკი, რეჰანი; პერიმეტრზე: იმერული ზაფრანა, კატაბალახა, დედოფლის ყვავილი, გულყვითელა, კიტრისუნა) პომიდვრის მოსავლის რაოდენობა საცდელ ვარიანტებში ყოველწლიურდ სჭარბობდა საკონტროლო ვარიანტებს. 2019-2022 წლებში ჩატარებული კვლევის შედეგები მოტანილია ცხრილ N 1-ში.

ცხრილი N 1

ბიომრავალფეროვნების და დამხმარე მცენარეების გავლენა პომიდვრის მოსავლიანობაზე შერეულ ნათესში

ვარიანტი	მოსავლის რაოდენობა* ტ/ჰა	სამეურნეო ეფექტიანობა %
პომიდვრის შერეული ნათესი დამხმარე მცენარეებით და ბიოპრეპარატებით	31.0	73.2
მხოლოდ პომიდვრის ნათესი ბიოპრეპარატებით	24.6	37.4
პომიდვრის შერეული ნათესი დამხმარე მცენარეებით ბიოპრეპარატების გარეშე	22.9	28.5
საკონტროლო - მხოლოდ პომიდვრის ნათესი ბიოპრეპარატების გარეშე	17.9	-

*მოსავლის რაოდენობაში მითითებულია 2019-2022 წლებში მიღებული მოსავლის საშუალო მონაცემი.



სურ.1 იმერული ზაფრანა პომიდორთან



სურ.2 კატაბალახა პომიდორთან



სურ. 3 კიტრისუნა პომიდორთან



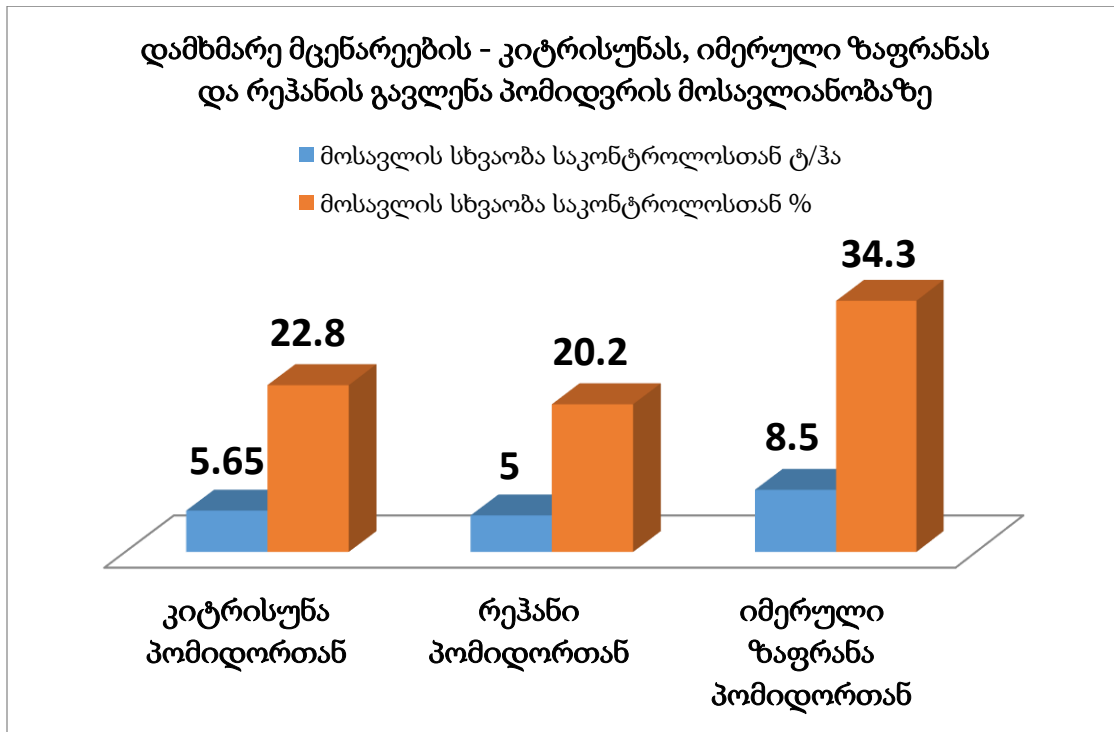
სურ.4 პომიდვრის ჩითილები შავ ბოლოკთან და გულყვითელასთან ერთად



სურ. 5 რეჰანი პომიდორთან

4 წლიანი საშუალო მონაცემებით პომიდვრის შერეულ ნათესში მოსავლის რაოდენობა 28.5 %-ით აღემატება პომიდვრის სუფთა ნათესში (მხოლოდ პომიდორი) მიღებულ მოსავალს. თუ შერეულ ნათესში პარალელურად ბიოპრეპარატებსაც გამოვიყენებთ შედეგები კიდევ უფრო უმჯობესდება და სამეურნეო ეფექტიანობა 73.2 %-მდე იზრდება.

2023 წელს შერეულ ნათესებში ძირითად კულტურაზე უკვე ცალკეული დამხმარე მცენარის გავლენის შესწავლა დავიწყეთ. კერძოდ, შევისწავლეთ კიტრისუნას, იმერული ზაფრანას და რეჰანის გავლენა პომიდვრის მოსავლიანობაზე. გაირკვა, რომ პომიდვრის კულტურის ნაკვეთის პერიმეტრზე კიტრისუნასთან შეთესვით მოსავლის რაოდენობა 22.8 %-ით გაიზარდა საკონტროლო ვარიანტში (მხოლოდ პომიდორი) მიღებულ მოსავალთან შედარებით. პომიდვრის მწკრივებში და პერიმეტრზე რეჰანთან შეთესვისას მოსავლიანობა იზრდება - 20.2 %-ით, ხოლო იმერული ზაფრანას შემთხვევაში საკონტროლოსთან შედარებით სხვაობა 34.5 % ს აღწევს (დიაგრამა N 1).



მოსავლის მატება შერეულ ნათესში შეიძლება აიხსნას რამდენიმე ფაქტორით: პესტიციდური აქტივობის მცენარეები (კატაბალაზა, იმერული ზაფრანა, რეჰანი, გულყვითელა, დედოფლის ყვავილი ანუ ნასტურცია) ავლენენ რეპელენტურ აქტივობას და აფრთხობენ მავნე მწერებს (ფრთათეთრები, ჩრჩილები, ხვატარები, ბაღლინჯოები). ამავე დროს იზიდავენ ისეთ სასარგებლო მწერებს, როგორებიცაა ჭიამაიები, ჩუხჩუხა ბუზები, ოქროთვალურები, მტაცებელი ობობები და სხვ. და თავშესაფარს წარმოადგენენ მათთვის, რომლებიც გარკვეულწილად არეგულირებენ მავნე მწერების რიცხოვნობას. კვლევამ აჩვენა, რომ პომიდვრის შერეულ ნაკვეთზე საკონტროლოსთან შედარებით მნიშვნელოვნად შემცირდა მავნე მწერების რაოდენობა. ფრთათეთრების უმნიშვნელო რაოდენობა აღინიშნა ვეგეტაციის ბოლოს, ხოლო ხვატარებიდან მხოლოდ ერთეული ეგზემპლარები დაფიქსირდა.

ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა პომიდვრის შერეულ ნათესში განთავსებულ დამხმარე მცენარეთა ალელოპათიური გავლენა ბოსტნეულის ბაღლინჯოს (*Nezara viridula L.*) რიცხოვნობაზე. აღირიცხებოდა როგორც ბაღლინჯოს იმაგოების რაოდენობა კონკრეტულ ფართობზე, ასევე მის მიერ დაზიანებული ნაყოფების რაოდენობა და დაზიანების ხარისხი.



სურ. 6 ბოსტნეულის მწვანე ბაღლინჯოს დაზიანება პომიდვრის ნაყოფზე

2019-2022 წლებში ჩატარებული ოთხწლიანი კვლევის მონაცემებით თუ ვიმსჯელებთ, მავნებლის რაოდენობა პესტიციდური აქტივობის მცენარეთა ალელოპათიური ზეგავლენით პომიდვრის შერეულ ნათესში საშუალოდ 38 ერთეულით ანუ 61.3 %-ით მცირდება, რაც საკმაოდ კარგი მაჩვენებელია (იხილეთ ცხრილი N 2).

ცხრილი N 2

დამხმარე მცენარეთა გავლენა

ბოსტნეულის მწვანე ბაღლინჯოს (*Nezara viridula* L.) რიცხოვნობაზე (2019-2022 წწ.)

ვარიანტი	მწვანე ფაროსანას (ცალობით) რიცხოვნობა					სხვაობა საკონტროლოს თან (ცალობით)	ბიოლოგიური ეფექტიანობა (%-ებში)
	2019 წ.	2020 წ.	2021 წ.	2022 წ.	4 წლის საშუალო		
საცდელი	5	12	43	35	24	38	61.3
საკონტროლო	21	37	71	118	62	-	-

საინტერესო შედეგები გამოვლინეს დამხმარე არომატულმა მცენარეებმა 2024 წელს პომიდვრის ჩრჩილის (*Tuta absoluta* Meyrick.) მიმართ. კერძოდ, მათი ზეგავლენით პომიდვრის ჩრჩილის მიერ გამოწვეულმა დაზიანებამ საცდელ ვარიანტებში მხოლოდ 2 ბალს მიაღწია, მაშინ როცა საკონტროლო ვარიანტებში, მათ შორის ქიმიური საშუალებების გამოყენების შემთხვევაშიც კი დაზიანება 5 ბალამდე გაიზარდა.

პომიდვრის შერეულ ნათესში განთავსებული არომატული „მცველი“ მცენარეები ასევე ავლენენ ანტიმიკრობულ აქტივობას და ზღუდავენ პათოგენური მიკროორგანიზმებით გამოწვეული დაავადებების (ფიტოფტოროზი, ალტერნარიოზი, ვირუსული დაავადებები)

განვითარებას. მათი ალელოპათიური ზეგავლენით საცდელ ვარიანტებში ვირუსულ დაავადებათა გავრცელება 5-8 %-დან 1%-მდე შემცირდა.



სურ. 7 ბიომრავალფეროვნება წილკნის ბაზის ბიოაგროწარმოების სამსახურის საცდელი ნაკვეთიდან

საკვლევ ფართობებზე ნიადაგის ნიმუშების ანალიზით, დადგინდა, რომ შერეულ ნათესებში მცენარეთა მრავალფეროვნების წყალობით, გაუმჯობესებულია საკვები ელემენტების შეთვისებისა და მინერალური კვების პირობები, რაზედაც მიუთითებს შთანთქმის ტევადობის მაჩვენებლები. იხილეთ ცხრილი N 3.

ცხრილი N 3

შერეული ნათესის გავლენა ნიადაგის შთანთქმის ტევადობის მაჩვენებლებზე
(2019- 2021 წლების საშუალო 3 წლიანი მონაცემი)

კულტურა	შთანთქმის ტევადობა სუფთა ნათესში (მგ.ექვ./100 გ)	შთანთქმის ტევადობა შერეულ ნათესში (მგ.ექვ./100 გ)	სხვაობა %-ებში
პომიდორი	43.6	49.5	13.5

ამდენად, პომიდვრის კულტურაზე ჩატარებული კვლევის საფუძველზე, შეიძლება ითქვას, რომ შერეული ნათესები და ალელოპათიური დამხარე მცენარეების სწორად შერჩევა საშუალებას გვაძლევს, მაქსიმალურად იქნეს გამოყენებული ფართობები, შევინარჩუნოთ

ბიომრავალფეროვნება, მოხდეს მცენარეთა მავნე ორგანიზმების მინიმუმამდე დაყვანა, გაუმჯობესდეს ნიადაგის თვისებები და გაიზარდოს მოსავლიანობა.

მიღებული შედეგები ნათლად მეტყველებს, რომ აგრობიომრავალფეროვნებისა და მცენარეთა ალელოპათიური გავლენების დახმარებით, ჩვენ შეგვიძლია, გარკვეულწილად შევზღუდოთ ქიმიური საშუალებების გამოყენება შერეულ ნათესებში, შევამციროთ მავნე მწერებისა და პათოგენების რიცხოვნობა, გავზარდოთ მოსავლიანობა და მივიღოთ ჯანსაღი და ხარისხიანი პროდუქცია, რაც ერთობ აქტუალური და პერსპექტიულია როგორც ბიომეურნეობებისათვის, ისე ზოგადად სოფლის მეურნეობის სექტორისათვის.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Miller D.A. (1996) Allelopathy in forage crop systems, Agron. J. 88, 854–859
2. Zeng, R. S. (2014). Allelopathy-the solution is indirect. Journal of Chemical Ecology, 40(6), 515–516
3. Shamrai, S.N.; Glushchenko, V.I.(2006). Fundamentals of field research in phytopathology and phytoimmunology: textbook. Kharkiv: KhNU named after V.N. Karazin. 64 p. (in Russian)
4. შ.ჭანიშვილი, ზ. ტყეზუჩავა და გ. ბუცხრიკიძე, (2017). „საცდელი საქმის მეთოდოლოგია მემცენარეობაში“, თბილისი, 170 გვ.
5. ზ.კარბელაშვილი, (2009). „ბიომეურნეობის საფუძვლები“. ბიოლოგიურ მეცნიერებათა ასოციაცია „ელკანა“, გამომცემლობა „ბუნება პრინტი“, თბილისი, 88 გვ.



ცენტრიოლის არარსებობა და რეგენარცია

ჯაბა ტყემალაძე¹

¹დღეგრძელობის კლინიკა, jtkemaladze@longevity.ge

აბსტრაქტი

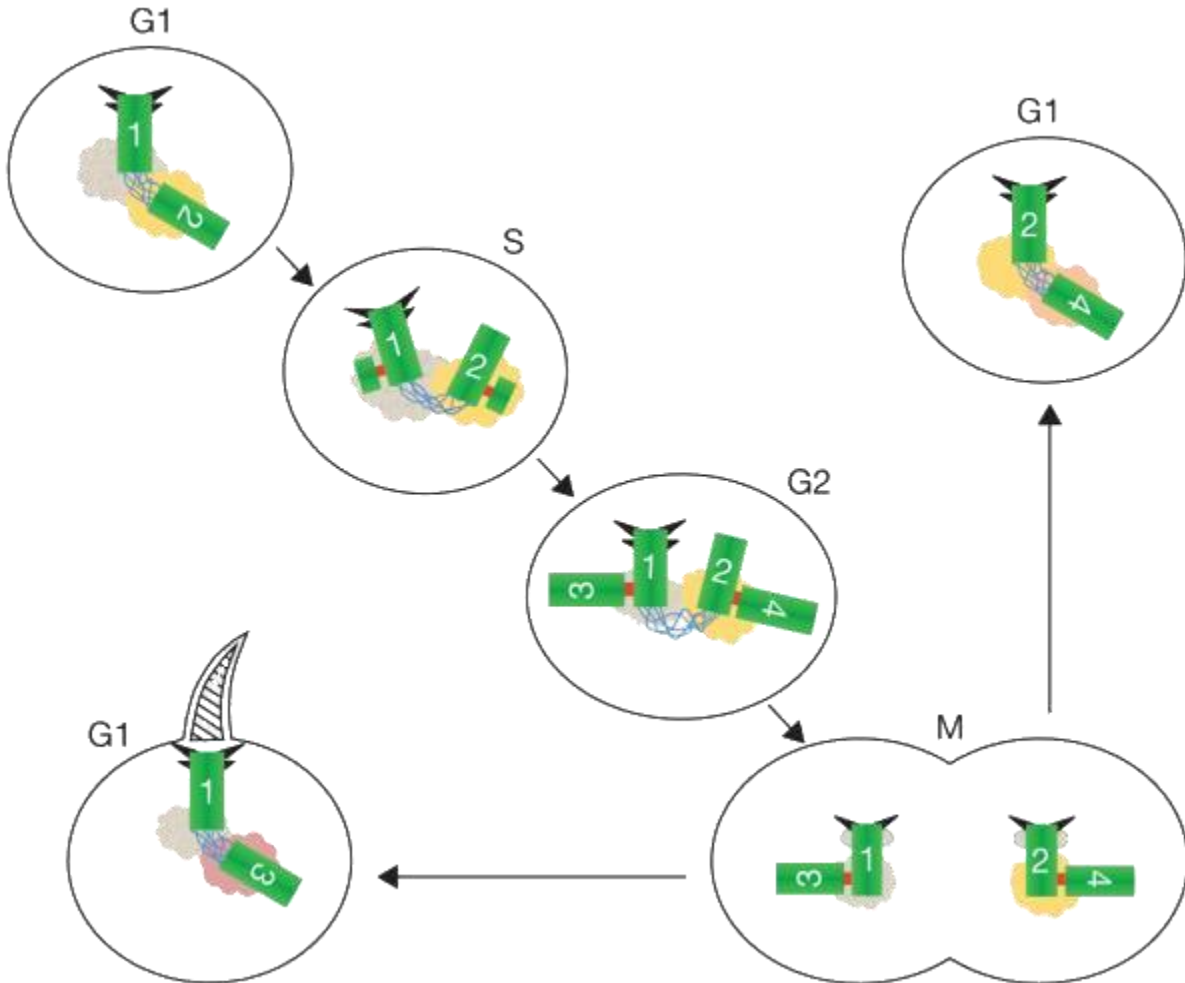
ცხოველური უჯრედების დამახასიათებელი ნიშანი არის ცენტროსომა — ციტოპლაზმური ორგანო, რომელიც თითქმის ყოველთვის შეიცავს ცილინდრულ ფორმაში წყვილ ცენტრიოლებს და მიკროტუბულებს ის მათგანიზებულ მატრიცას. ცენტროსომა აუცილებელია ყველა ცხოველური სახეობის განვითარებისთვის, რაც აქამდე იყო აღწერილი. ცენტრიოლიანი ცენტროსომა აუცილებელია უჯრედებისთვის, რომლებიც დგანან დიფერენციაციის პროცესში — ოოციტის 2-3 გაყოფიდან ტერმინალურ დიფერენციამდე. გამონაკლისია მხოლოდ ის უჯრედები, რომლებიც რეგენერაციის ან ტოტალური რეგენერაციის პროცესში არიან — მაგალითად, პლანარები, ჰიდრები და მსგავსი. პლანარიანებში ცენტრიოლები იკრიბებიან მხოლოდ ტერმინალურად დიფერენცირებულ მოციმციმე უჯრედებში, ეგრეთ წოდებული აცენტრიოლარული გზის მეშვეობით, რათა მოხდეს წამწამების შეკრება. ეს უნიკალური მახასიათებელი საშუალებას იძლევა განსაზღვრონ კონსერვატიული ცილების დიდი ნაკრები, რომელიც საჭიროა ცხოველებში ცენტრიოლების შეკრებისთვის, ისევე როგორც პლანარის გენომში არარსებული ცენტროსომისთვის დამახასიათებელი ცილები. განსაკუთრებით საინტერესოა, როგორ ხდება შეუქცევადი დიფერენციაცია პლანარიის უცენტრიოლო უჯრედებში. შეიძლება თუ არა, რომ პლანარიის უცენტრიოლო უჯრედებს მხოლოდ მოდულაციის უნარი გააჩნდეს?

შესავალი

ცენტროსომა აკონტროლებს უჯრედის აუცილებელ პროცესებს, როგორცაა გაყოფა, მიკროტუბულების პოლარობა, ბირთვული ფაქტორების და უჯრედული ციკლის რეგულატორების კონტროლი. ცენტროსომებში ცენტრიოლების არსებობა არაა აუცილებელი უჯრედების გაყოფისას, მაგალითად თავის ადრეული ემბრიოგენეზის დროს (Calarco-Gillam et al., 1983) ან დროზოფილას განვითარების გვიან ეტაპებზე (Bettencourt-Dias et al., 2005). მაგრამ

ცენტრიოლები თამაშობენ გადამწყვეტ როლს უჯრედის დიფერენციაში, ასევე პირველადი წამწამების ბირთვების გამო. ცენტროსომა გვხვდება ყველა ცხოველურ უჯრედში და აბსოლუტურად აუცილებელია აქამდე შესწავლილი ყველა სახეობის ემბრიონის განვითარებისთვის.

სურათი 1



ცენტრიოლებისა და ცენტროსომების ასიმეტრია. ცენტრიოლების სქემატური წარმოდგენა (მწვანე), დისტალური და სუბდისტალური დანამატებით (სამკუთხედები), G1-G2 კავშირით (ლურჯი), S-M დამაკავშირებელი (წითელი) და პერიცენტრიოლარული მასალა, რომელიც დაკავშირებულია თითოეული ცენტრიოლის ფუძესთან. ცენტრიოლები დანომრილია მათი წარმოშობისა და ასაკის მითითებისთვის. ცენტრიოლი, რომელიც მონიშნულია '1' და '2' (ცენტრიოლი 1) არის უფრო ძველი ორი ცენტრიოლიდან G1 უჯრედში ზედა მარცხენა მხარეს. ცენტრიოლი 2 წარმოიქმნა წინა უჯრედულ ციკლში, როგორც პროცენტრიოლი ცენტრიოლ 1-ის მიმდებარედ. ცენტრიოლები ამ უჯრედში გათიშულია (S-M დამაკავშირებელი არ არის), მაგრამ შეკრულია (G1-G2 შეერთება). S ფაზაში ახალი პროცენტრიოლები იზრდებიან თითოეული 1 და 2 ცენტრიოლებიდან და გრძელდებიან G2 ფაზაში. ეს ახალი ცენტრიოლები (3 და 4) ჩაბმულია დედა ცენტრიოლებთან (1 და 2, შესაბამისად), მაგრამ დანარჩენში ექვივალენტურია. ცენტრიოლი

2 იძენს დანამატის ცილებს G2/M გადასვლისას და ამაგრებს შესაბამის დანამატებს შემდგომ G1-ში. ცენტროსომა იყოფა მიტოზის დროს, ერთი უჯრედი იღებს 1, 3 წყვილს, ხოლო მეორე იღებს 2, 4 წყვილს. მიუხედავად იმისა, რომ ცენტრიოლების წყვილი მორფოლოგიურად ექვივალენტურია, არსებობს ფუნქციური განსხვავება- უჯრედს, რომელიც იღებს უფროს დედა ცენტრიოლას (ცენტრიოლი 1), შეუძლია შექმნას პირველადი ცილიუმი უჯრედულ ციკლში უფრო ადრე, ვიდრე უჯრედი უფრო ახალი ცენტრიოლით. თითოეული ცენტრიოლის ფუძეზე პერიცენტრიოლარული მასალა წარმოდგენილია სხვადასხვა ფერში, რათა მიუთითებდეს იმის შესაძლებლობაზე, რომ ცილები, რომლებიც დაკავშირებულია ცენტრიოლებთან, შესაძლოა ასიმეტრიულად იყოს სეგრეგირებული მათთან მიტოზის დროს (Nigg et al., 2011).

ცხოველური ცენტროსომის რეპროდუქცია ეყრდნობა მისი ძირითადი კომპონენტების, ცენტრიოლების, დუბლირებას უჯრედულ ციკლში ერთხელთუმცა ახლად შეკრებილი ცენტრიოლი სრულ სიმწიფეს აღწევს ერთ და ნახევარ უჯრედულ ციკლის შემდეგ დისტალური და სუბდისტალური დანამატების შექმნის გზით (სურათი 1). პროლიფერაციულ უჯრედებში ცენტრიოლების გაორმაგების გარდა, არსებობდ მეორე გზა, რომელსაც ეწოდება აცენტრიოლარული გზა , რომელიც საშუალებას იძლევა შეიკრიბოს ცენტრიოლების დიდი რაოდენობა მულტიცილიარულ უჯრედებში, რომლებიც გადიან ტერმინალურ დიფერენციაციას. ხერხემლიანებში მულტიცილიარული უჯრედები განაპირობებენ ლორწოს კლირენსს, ცერებროსპინალური სითხის ცირკულაციას და კვერცხუჯრედის ტრანსპორტაციას საკვერცხუჯრედე მილში. თუმცა, მოლეკულური გზა, რომელიც ემყარება ცენტრიოლების შეკრებას მულტიცილიარულ უჯრედებში, ცუდად არის დადგენილი. ბრტყელი ჭიები, როგორცაა მტკნარი წყლის პლანარი *Schmidtea mediterranea*, იყენებს მრავალცილიან უჯრედებს გადაადგილებისთვის, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ ისინი შეუძლება გამოიყენონ როგორც მოდელური სისტემები მულტიცილიარულ უჯრედებში ცენტრიოლების შეკრების შესასწავლად. გარდა ამისა, ცენტრიოლების როლი/მათი არარსებობის როლი პლანარიანების რეგენერაციაში დღემდე შეუსწავლელია. პლანარებში ცენტრიოლები გვხვდება მულტიცილიარულ უჯრედებში, მაგრამ არა უჯრედებში, რომლებსაც შეუძლიათ გამრავლება.

პლანარიებში ცენტრიოლები მხოლოდ de novo იკრიბება

პლანარებში ცენტრიოლების შეკრების დათრგუნვასთან დაკავშირებული ფენოტიპების დასახასიათებლად, რნმ-ინტერფერენციით ხდება ზემოქმედება სამიზნე გენებზე, რომლებიც აკოდირებენ პლანარულ ასექსუალურ პლანარებში კონსერვატულ ცენტრიოლარულ კომპონენტების SAS-4/CPAP და Plk4/SAK ჰომოლოგებს. არაზემოქმედებიანი ცხოველებისგან განსხვავებით, რომლებიც ცურავენ მოციმციმე ეპითელიუმის დახმარებით, plk4(RNAi) ან sas-4(RNAi) ცხოველების 100%-მა აჩვენა მუხლუხოს მოძრაობის ფენოტიპი. ცნობილია, რომ ეს გამოწვეულია ცილიარული ფუნქციის დარღვევით. SMED-CEP135-ის საწინააღმდეგო ანტისხეულის გამოყენებით (ცენტრიოლების კონსერვატული კომპონენტის პლანარული ჰომოლოგი) მიიღწევა plk4(RNAi) ან sas-4(RNAi) ცხოველების ვენტრალური ზედაპირი თითქმის

მთლიანი დაცლა ცენტრიოლების და ცილიასგანს. ამ პლანარული ჰომოლოგების ცილების ამოწურვამ, რომელიც აუცილებელია ცენტრიოლების დუბლირებისთვის ცენტროსომაში, აუქმებს ცენტრიოლების შეკრებას პლანარულ მულტიცილიარულ უჯრედებში.

თუმცა გასაკვირია, რომ *sas-4(RNAi)* და *plk4(RNAi)* ცხოველებმა არ აჩვენეს შესამჩნევი რეგენერაციის დეფექტი. პლანარიების შესანიშნავი უნარი, აღადგინონ მთელი სხეული მათი სხეულის თითქმის ნებისმიერი ნაწილიდან, საჭიროებს ნეობლასტების გაყოფას-ტოტიპოტენტური ღეროვანი უჯრედების პოპულაციას, ერთადერთ უჯრედებს, რომლებიც გადიან მიტოზს ასექსუალურ პლანერებში. უჯრედების გაყოფის ბლოკირება *CDC23*-ის პლანარული ჰომოლოგის ამოწურვით (ანაფაზის ხელშემწყობი კომპლექსის კომპონენტის შედეგად) იწვევს რეგენერაციული ბლასტემატის რეგრესიას. ამის საპირისპიროდ, ცენტრიოლაური კომპონენტებისგან დაცლილი ცხოველები აღადგენენ დაკარგულ ქსოვილებს ისევე, როგორც საკონტროლო ცხოველებმა. ეს შედეგები ვარაუდობს, რომ ცენტრიოლები არ არის საჭირო უჯრედების გაყოფისა და ქსოვილის ფორმირებისთვის პლანარიებში. აღსანიშნავია, რომ ცენტრიოლები ვლინდება სხვადასხვა მოციმციმე ქსოვილში, ისინი არ არიან ყველა სხვა ტიპის უჯრედში. კერძოდ, ნეობლასტებში, არც იმუნოფლოუორესცენციით და არც გადამცემი ელექტრონული მიკროსკოპით ცენტრიოლები არ სჩანს მათში. იგივე შედეგია *S. mediterranea*-ს ემბრიონების იმუნოფლოუორესცენციით ანალიზისას, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ გაყოფად ემბრიონულ უჯრედებს ასევე არ გააჩნიათ ცენტრიოლები. ამრიგად, ცენტრიოლები აკლია მხოლოდ ორივე ტიპის უჯრედს, რომელსაც შეუძლია გამრავლდეს პლანარებში და, როგორც ჩანს, აკლია ყველა არაცილიირებული ტერმინალურად დიფერენცირებულ უჯრედს. ეს შედეგი მოგვაგონებს დროსოფილას შემთხვევას, როდესაც განვითარების შემდგომი ეტაპები შეიძლება მოხდეს მუტანტებში, რომლებსაც აკლიათ ცენტრიოლების დუბლირება. თუმცა, დროსოფილას ადრეული განვითარება აბსოლუტურად დამოკიდებულია ცენტრიოლების არსებობაზე. ამის საპირისპიროდ, თუ დროსოფილას განვითარების საწყის ეტაპზე მაინც აუცილებლად სჭირდება ცენტრიოლები, პლანარებს საერთოდ არ სჭირდებათ ცენტრიოლები განვითარების არცერთ ეტაპზე. და ეს იმის ფონზე, რომ იმის შემდეგ, რაც უცენტრიოლო ბლასტომერებში (თითო უცენტრიოლო ბლასტომერიდან შეიძლება განვითარდეს სრულფასოვანი ორგანიზმი, რომელიც იქნება ტყუპი დანარჩენი უცენტრიოლო ბლასტომერებისაგან განვითარებულ ორგანიზმისათვის) წარმოიქმნება ცენტრიოლები *de novo*, ცენტრიოლები აუცილებელია დიფერენციაციის და განვითარებისათვის პრაქტიკულად ყველა ეტაპზე. ამგვარად, პლანარები აწყობენ ცენტრიოლებს მხოლოდ *de novo* ცილიარული უჯრედების დიფერენციაციის დროს.

1.1. პირველი ვარაუდი

ამ მოდელზე დაფუძნებული პირველი ვარაუდი არის ის, რომ ცილები, რომლებიც სპეციალურად საჭიროა ცენტროსომის შეკრებისთვის და ფუნქციონირებისთვის, არ უნდა იყოს პლანარიას

გენომში. ამის შესამოწმებლად გაანალიზდა ძირითადი ცენტროსომის კომპონენტების სია, რომელიც მიღებულია ადამიანის ცენტროსომის პროტეომიდან და მოიძებნა პოტენციური ჰომოლოგები პლანარულ გენომში. ცილების ხუთი ოჯახი იყო კონსერვატული დროზოფილაში, მაგრამ დაკარგული იყო არა მხოლოდ Schmidtea- ში, არამედ პარაზიტულ ბრტყელ ჭიაში *Schistosoma mansoni*. ეს ქვეჯგუფი მოიცავდა ცენტროსომის შეკრების ან რეპროდუქციისთვის საჭირო ცილების სამ ოჯახს: SPD-2/Cep192, CNN/CDK5RAP2 და Nek2. ამრიგად, ცენტროსომის კომპონენტების ძირითადი ნაკრები, რომელიც აუცილებელია ცენტროსომის ფუნქციონირებისთვის, არ არის პლანარიას გენომში. პლანარიას გენომში ცენტროსომასთან ერთად არაა მისი შეკრებისათვის საჭირო ცილების გენები, ხოლო არის ცენტრიოლების შეკრების მიზნით აცენტრიოლარული გზა მოციმციმე უჯრედების დიფერენციაციის დროს.

მოდელის მეორე ვარაუდი

მეორე პროგნოზი არის ის, რომ ადამიანის ცენტროსომის კომპონენტები, რომლებისთვისაც ჰომოლოგები ჯერ კიდევ არსებობს პლანარებში, უნდა იყოს საჭირო ცილოგენეზისთვის აცენტრიოლარული გზის გავლით. გენების რნმ-ინტერფერენციით (შემოწმებულია 38/45 გენი) დათრგუნმა გამოიწვია მოძრაობის დეფექტი უმრავლეს შემთხვევაში. გამოვავლინდა კონსერვატული ცილების დიდი ნაკრები, რომელიც საჭიროა ცილოგენეზისთვის ან ოპტიმალური ცილიარული ფუნქციისთვის მულტიცილიარულ უჯრედებში, გამოვავლინდა ახალი ფუნქციები ცენტრინ 2-ის (*Smed-cen2*) და დაუხასიათებელი ცილის Cep78-ის ჰომოლოგებისთვის ცენტრიოლების დამაგრებასა და ცილოგენეზში. აღმოჩნდა, რომ მხოლოდ ორი გენი, რომლებიც კოდირებენ პერიცენტრინისა და ცენტროლინის ჰომოლოგებს, გავლენას ახდენენ რეგენერაციაზე ახალი, უჯრედების პროლიფერაციისგან დამოუკიდებელი მექანიზმის საშუალებით. ეს სავარაუდოდ ასახავს იმ ფაქტს, რომ ამ ცილებს აქვთ ცენტროსომისგან დამოუკიდებელი ფუნქციები. ამგვარად, პლანარებში კონსერვატული ცენტროსომის კომპონენტების უმეტესობა საჭიროა ცენტრიოლების შეკრებისთვის ან ცილოგენეზისთვის მულტიცილიარულ უჯრედებში, რაც ცხადყოფს, რომ ცენტროსომის გაორმაგება პროლიფერაციულ უჯრედებში და ცენტრიოლების აწყობა აცენტრიოლარული გზის მეშვეობით მულტიცილიარულ უჯრედებში, არსებითად ერთ მექანიზმზეა დამოკიდებული. ძირითადი განსხვავება ამ ორ გზას შორის, როგორც ჩანს, არის SPD-2/Cep192-ის ჩართვა ცენტროსომის დუბლიკაციაში, მაგრამ არა ცენტროლარულ გზაზე, რაც ხაზს უსვავს ამ ჯგუფის გენების არ არსებობას პლანარულ გენომში.

მოდელის მესამე პროგნოზი

პლანარიების არც ერთი უჯრედი არ შეიცავს დიფერენციაციისატვის აუცილებელ ცენტრიოლებს- გარდა მოციმციმე ეპითელიუმისა. დიფერენციაციის ინდუქტორები, რომლებიც თიშავენ ერთ გენურ ქსელს და ააქტიურებენ მეორეს (ანუ ხდება დიფერენციაცია შვილობილ

უჯრედში) პლანარიის სომატურ უჯრედში სადაც უნდა მდებარეობდეს და მოწესრიგებულად მარტავდნენ ბირთვის დნმ-ის გენურ ქსელებს.

პლანარული შვილობილი უჯრედის ბედის ჩამოყალიბება ხდება ისევე, როგორც სხვა ცხოველურ სახეობებში- დედობრივი უჯრედის დაყოფის გზით. როგორც ჩანს, პლანარიების ნეობლასტები სპეციალიზდებიან დნმ-ის რეპლიკაციის დაწყებისას. ბედის განსაზღვრის ფაქტორების გამოხატვა დაკავშირებულია უჯრედული ციკლის პროგრესირებასთან და G1 ნეობლასტები აჩვენებენ ნაკლებ გამოხატულებას შტომში შეზღუდული ტრანსკრიფციის ფაქტორების მიმართ, რომლებიც დაკავშირებულია უჯრედის ბედის სპეციფიკაციასთან და, შესაბამისად, ნაკლებად სპეციალიზირებულია, ვიდრე ნეობლასტები S/G2/M უჯრედულ ციკლებში. ფაზები ან G0 პოსტმიტოზური უჯრედები. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, S/G2/M ნეობლასტების უმეტესობა სპეციალიზირებულია და გამოხატავს ბედის სპეციფიკურ ტრანსკრიფციის ფაქტორებს.

ნეობლასტის სპეციალიზაცია დინამიურია და არა მხოლოდ უჯრედის ბედის დადგენა, არამედ უჯრედის ბედის შეცვლაც კი შეიძლება მოხდეს დედობრივი უჯრედების დაყოფის გზით. ამრიგად, როდესაც სპეციალიზებული ნეობლასტი იყოფა, მას შეუძლია წარმოქმნას ნეობლასტი, რომელიც შეიძლება სპეციალიზირებული იყოს ბედის ბედში, სხვა ბედში ან თუნდაც წარმოქმნას არასპეციალიზებული შვილობილი უჯრედი. მიუხედავად იმისა, რომ დადასტურებულია ნეობლასტის პროგრესული განსაზღვრის რამდენიმე გზა, განსაკუთრებით თვალისა და ეპიდერმული ხაზისთვის, ეს გვიანი შედეგები წინააღმდეგობაში მოდის სხვა ცხოველური სახეობათა კლასიკურ შეხედულებას კატეგორიზებული ღეროვანი უჯრედების პოპულაციის შესახებ. სპეციფიური ტრანსკრიპციული პროფილებით და დადგენილი დიფერენციაციის პოტენციალით და ცხადყოფს, რომ ზოგიერთი ადრე განხილული შთამომავლობით ჩართული ნეობლასტები არიან სპეციალიზებული ნეობლასტები, რომლებიც ინარჩუნებენ პლურიპოტენციას.

ამრიგად, ნეობლასტის/პროგენიტორული უჯრედის ყოველი ქვეკლასი არის ალბათობის ღრუბელი და დისკრეტული ხის მსგავსი იერარქიის ნაცვლად (როგორც სხვა ცხოველურ სახეობებშია), პლანარულ ღეროვან უჯრედებს შეუძლიათ შეიძინონ მრავალი მიმართულების ხაზის მიკერძოება. მნიშვნელოვანი მომავალი მიმართულება იქნება იმის შეფასება, თუ რა სიხშირით ხდება დიფერენციაციის ბედის გადართვა უჯრედების დაყოფის გზით მრავალ სპეციალიზებულ ნეობლასტურ უჯრედებში.

დედობრივი ნეობლასტის სპეციალიზაციის გადაწყვეტილებები ხშირად არ გადაეცემა მათ შვილობილ ნეობლასტ სიმეტრიულად. უჯრედის ბედის გადართვა ასიმეტრიული უჯრედების დაყოფით ხშირად ხდება მინიმუმ ერთ შვილობილ უჯრედში. ნეობლასტის ხელახალი პოპულაციის შექმნის დროს, ნეობლასტების გაყოფების დაახლოებით 50% ასიმეტრიულია და წარმოშობს ნეობლასტის შვილობილ და პოსტმიტოზურ შვილობილ უჯრედს ნეობლასტის მარკერის piwi-1 შესაბამისად მაღალი და დაბალი ექსპრესიის დონეებით.

იმის გაგება, თუ როგორ აკონტროლებენ ღეროვანი უჯრედები ბალანსს თვითგანახლებასა და პოსტმიტოზური უჯრედების წარმოქმნას შორის, ან იმის დადგენა, თუ რომელი სიგნალები არეგულირებს უჯრედის ბედის კომპონენტების ასიმეტრიულ სეგრეგაციას, ცენტრალური ინტერესის საგანი უნდა იყოს ნეობლასტის ბიოლოგიის შესწავლაში. ვარაუდობენ, რომ პოსტტრანსკრიპციული რეგულაცია მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ნეობლასტური უჯრედების ბედის გადაწყვეტილების და საგვარეულო პროგრესირების კონტროლში.

ალტერნატიული სპლაისინგის გავლენა ნეობლასტის ბიოლოგიისთვის დადასტურებულია CELF და MBNL რნმ-ის დამაკავშირებელი ფაქტორების ფუნქციური კვლევებით. პლანარულ ნეობლასტებს აქვთ mRNA სპეციფიკური იზოფორმების დამახასიათებელი ნაკრები. MBNL გენების დათრგუნვა იწვევს ნეობლასტისთვის სპეციფიკური mRNA იზოფორმების გამოხატვას დიფერენცირებული უჯრედების მიერ, ხოლო CELF- ის გენების დათრგუნვა იწვევს საპირისპირო ეფექტებს და დიფერენცირებული უჯრედების სპეციფიკური mRNA იზოფორმები აღმოჩენილია ნეობლასტებში, რაც მიუთითებს ალტერნატიული სპლაისინგის როლზე ნეობლასტის თვითგანახლებისა და დიფერენციაციის კონტროლზე.

UsnRNA (ურიდილატით მდიდარი მცირე ბირთვული რნმ) 3'-პროცესინგის სიჩქარის გაზრდის საფუძველზე, რომელიც შეინიშნება ღეროვან უჯრედებში დიფერენცირებულ უჯრედებთან შედარებით, სავარაუდო იყო, რომ UsnRNA შემადგენლობისა და მომწიფების უჯრედის ტიპის სპეციფიკურმა მოდულაციამ შეიძლება ხელი შეუწყოს ნეობლასტების თვითგანახლებას და უჯრედების ბედის არჩევანში პლანარებში.

გარდა ამისა, რნმ-ის დამაკავშირებელი ტრანსლაციური რეპრესორი mex-3 დაკავშირებულია ღეროვანი უჯრედების ხაზის პროგრესირებასთან და ვარაუდობენ, რომ იმოქმედოს როგორც ღეროვანი უჯრედების იდენტურობის და თვითგანახლების გენების რეპრესორი პოსტმიტოზურ წინამორბედებში, რათა ხელი შეუწყოს მათ დიფერენციაციას.

მიუხედავად იმისა, რომ piwi-1-ის ტრანსკრიპტების სიმეტრიული/ასიმეტრიული გამოხატულება ნეობლასტთა დუპლეტებში არ არის გაანალიზებული MEX-3 დათრგუნვის კონტექსტში, MEX-3 იყო შემოთავაზებული, როგორც ასიმეტრიული უჯრედის ბედის კანდიდატი შუამავალი პლანარებში.

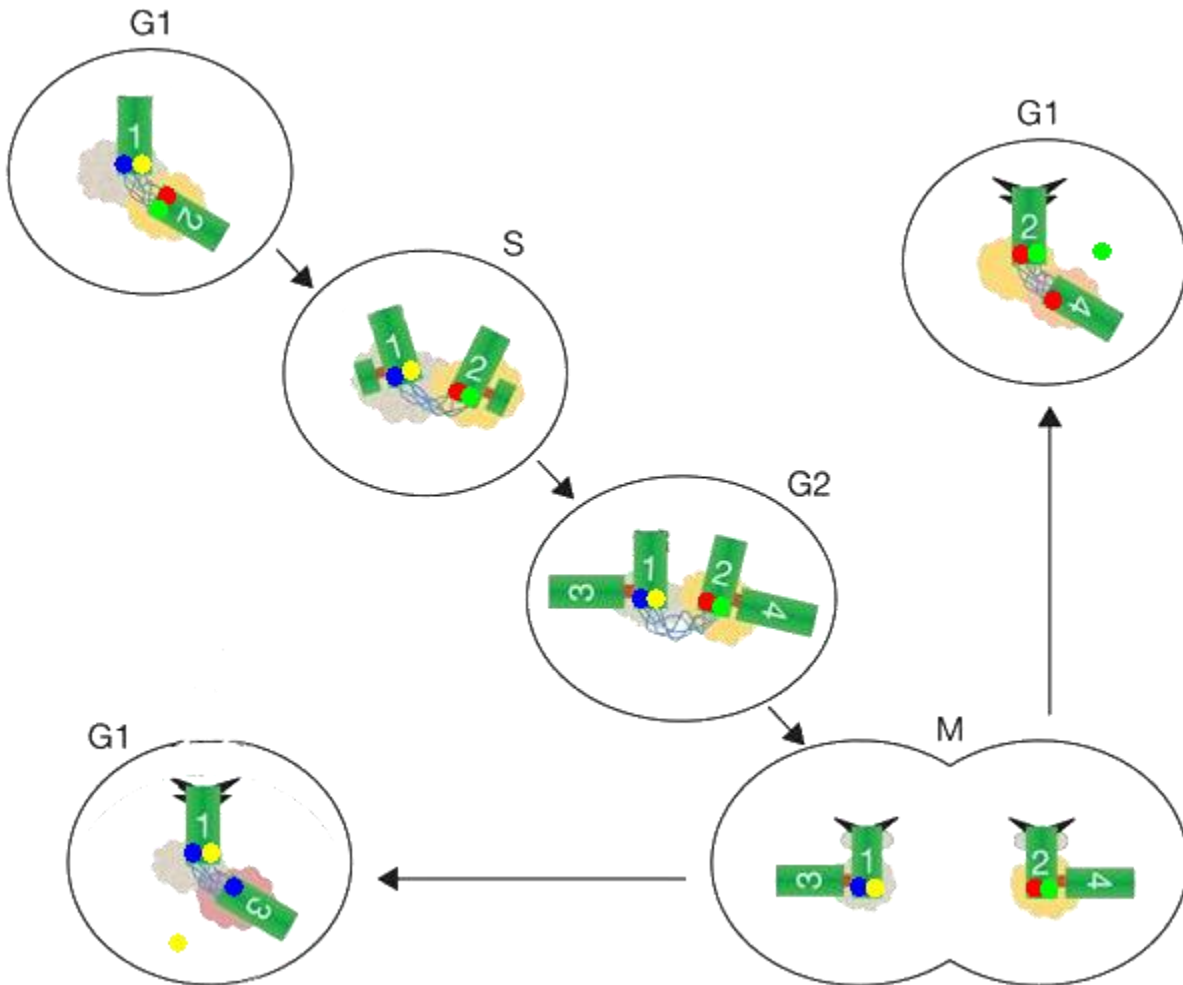
საინტერესოა, რომ ბოლო კვლევებმა დაიწყო ზოგიერთი მოლეკულური მექანიზმის იდენტიფიცირება, რომლებიც აკონტროლებენ ნეობლასტების უჯრედების სიმეტრიულ და ასიმეტრიულ დაყოფის ბალანსს. აღმოჩნდა, რომ ECM კომპონენტის ტიპის IV კოლაგენის, დისკოიდინის დომენის რეცეპტორს (DDR) და EGF ლიგანდს ნეირეგულინ-7 (NRG-7) შორის ურთიერთქმედება NRG-7/EGFR გზის მეშვეობით, მნიშვნელოვანი იყო ამ პროცესში. ერთის მხრივ, დამხმარე ნეირონები ურთიერთქმედებენ COL-IV-თან უჯრედგარე მატრიქსიდან DDR1 რეცეპტორის მეშვეობით და არეგულირებენ NRG-7-ის ექსპრესიას ნეირონებში. მეორეს მხრივ, NRG-7-ის შეკავშირება მის რეცეპტორთან EGFR-3 ნეობლასტებზე არეგულირებს უჯრედების ასიმეტრიულ დაყოფას და უჯრედის ბედის გადაწყვეტილებას ნეობლასტების რეპოპულაციის დროს.

EGFR-3 რეცეპტორი ასიმეტრიულად ლოკალიზდება ნეობლასტების უჯრედის მემბრანაში, რომლებიც მიდრეკილნი არიან სიმეტრიულად დაყოფისა და დეფექტების გამოვლენაში მათი გამრავლებისა და დიფერენციაციის დროს NRG-7 RNAi-ის გაჩუმებულ პლანარებში.

შემდგომი გამოკვლევები საჭირო იქნება იმის გასარკვევად, თუ როგორ არეგულირებს NRG-7/EGFR-3 სიგნალი ნეობლასტის ასიმეტრიულ დაყოფას და უჯრედის ბედის არჩევანს და თამაშობს თუ არა როლს ამ პროცესში რნმ-შემაკავშირებელი ცილები ან mRNA დამუშავება.

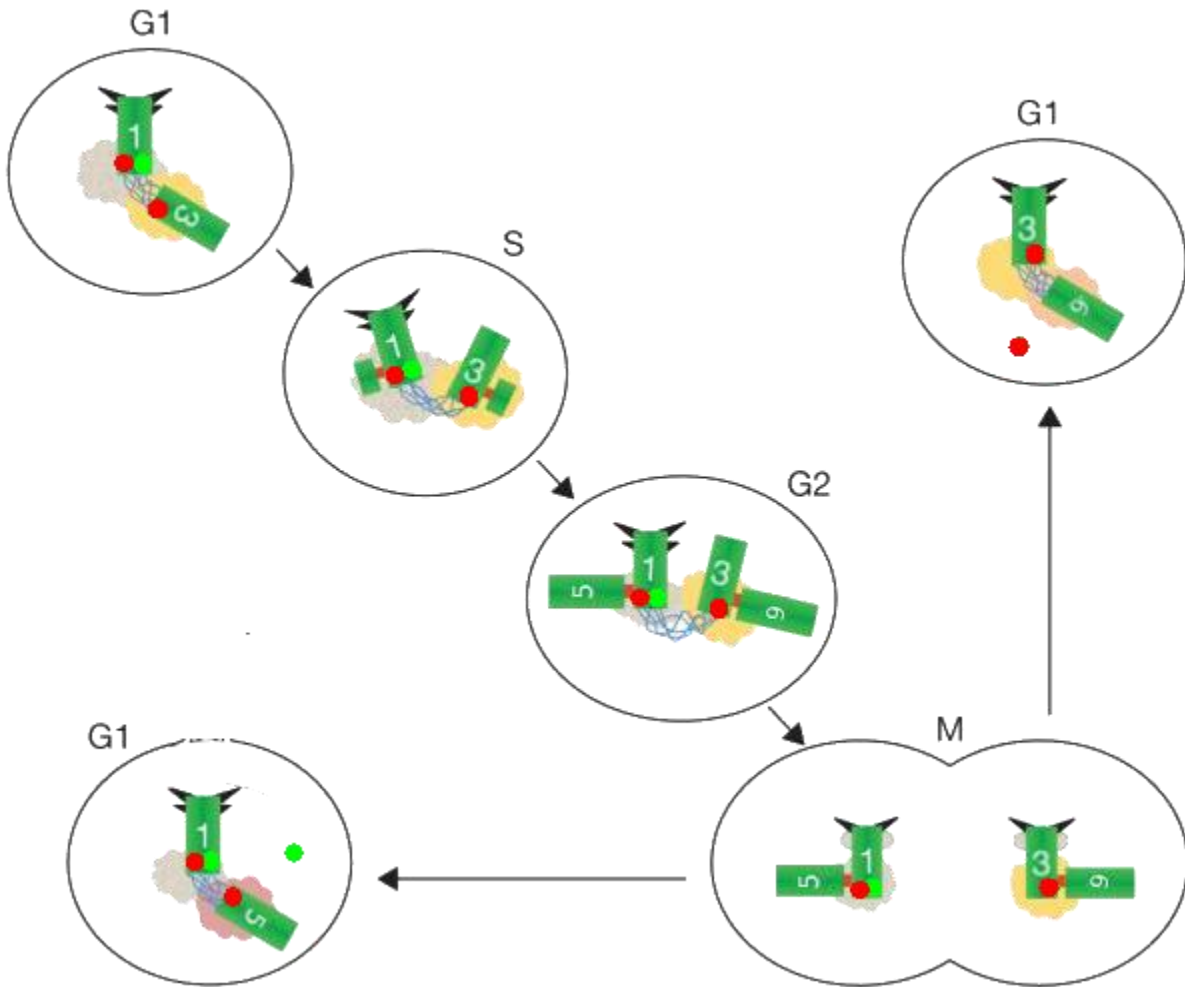
დიფერენციაციის მექანიზმის პრობლემა დღემდე დაუდგენელია როგორც პლანარებში, ასევე სხვა ცხოველურ სახეობებშიც, რომელთა სოამტური უჯრედები შეიცავენ ცენტრიოლებს. ცენტრიოლის არ არსებობა პლანარიის დიფერენცირებულ უჯრედებში იძლევა შანსს ვიპოვოთ დიფერენციაციის ინდუქტორები. დიფერენციაციის ცენტრიოლარული თეორია (Tkemaladze et al., 2001-2024) ეყრდნობა იმ ვარაუდს, რომ დიფერენციაციის ინდუქტორები წარმოქმნიან ერთხელ ტოტიპოტენტურ ზიგოტაში/ბლასტებში ბირთვის/მიტოქონდრიის დნმ-ის საფუძველზე და ცენტრიოლების de novo წარმოქმნისას მაგრდებიან მათში/ მათზე. შემდგომ ხდება ამ ინდუქტორების მოწესრიგებული დუპლიკაცია და გამონთავისუფლება შვილობილ უჯრედში ასიმეტრიულ დაყოფებისას (სურათი 2, სურათი 3, სურათი 4).

სურათი 2



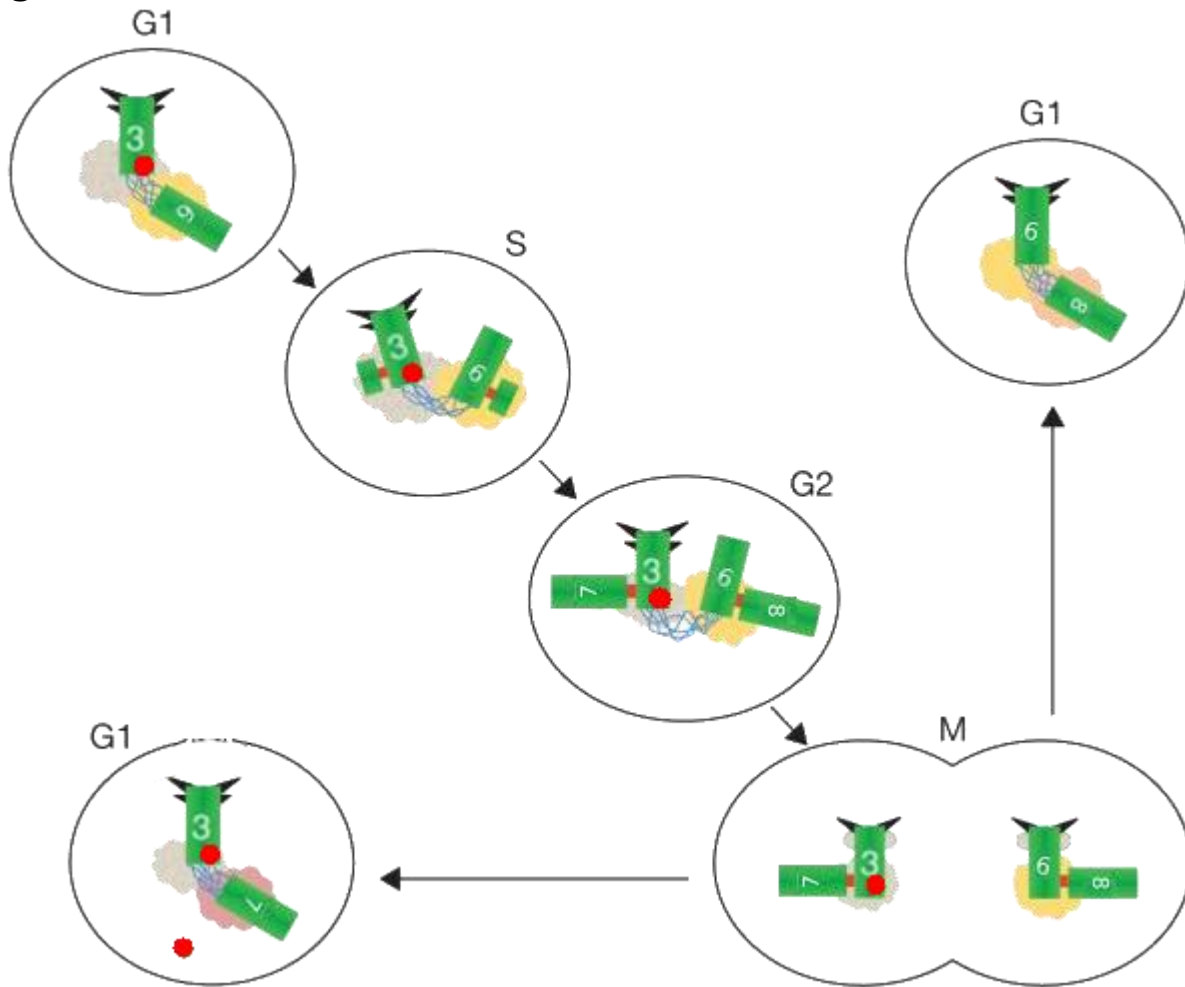
დიფერენციაციის სავარაუდო ინდუქტორების ასიმეტრიული გადანაწილება დედობრივი უჯრედების ასიმეტრიული გაყოფისას შვილობრივ უჯრედებში. სურათის ზედა მარცხენა მხარეს ასახულია G1 ფაზაში მყოფი ტოტიპოტენტური ზიგოტა/ზლასტი, რომელშიც *de novo* აწყობილი ცენტრიოლებია ნომრებით '1' და '2'. აღქმის სიმარტივისთვის დიფერენციაციის ინდუქტორები ასახულია რაოდენობრივად მხოლოდ ორით- თითო, ორი ინდუქტორისაგან შემდგარი განსხვავებული კომპლექტი მიმაგრებულია შესაბამის ცენტრიოლზე/ცენტრიოლში. თითო *de novo* შეკრებილი ცენტრიოლი სავარაუდოდ შეიცავს განსხვავებულ დიფერენციაციის ინდუქტორებს, რაც ასახულია ფერებით- ლურჯი და ყვითელი ცენტრიოლ 1 ში/ზე, წითელი და მწვანე ცენტრიოლ 2 ში/ზე. დედობრივი უჯრედის გაყოფისას შვილობილ უჯრედებში აღმოჩნდებიან სხვა და სხვა ცენტრიოლები შესაბამისი დიფერენციაციის ინდუქტორებთან ერთად. შემდგომ, სავარაუდოდ ხდება დიფერენციაციის ინდუქტორების დუპლიკაცია შვილობილი უჯრედის G1 ფაზაში. ასიმეტრიულ გაყოფისას სავარაუდოდ ხდება დიფერენციაციის ინდუქტორების დუპლიკაცია ახალ (შვილობილ) და ასაკით მცირე, შვილობილ ცენტრიოლზე/ცენტრიოლში მიმაგრება. სავარაუდოდ შვილობილ ცენტრიოლზე დიფერენციაციის ინდუქტორები სრული რაოდენობით არ მაგრდებიან. სავარაუდოდ ერთი ინდუქტორი წყდება და თიშავს აქტიურ გენურ ქსელს და ააქტიურებს სხვა შესაბამის გენურ ქსელს.

სურათი 3



დიფერენციაციის სავარაუდო ინდუქტორების ასიმეტრიული გადანაწილება დედობრივი უჯრედების ასიმეტრიული გაყოფისას შვილობრივ უჯრედებში- შემდგომი სავარაუდო მოვლენები. სურათის ზედა მარცხენა მხარეს ასახულია G1 ფაზაში მყოფი პლურიპოტენტური უჯრედი (დიფერენციაციის ინდუქტორების შესაბამისად, ერთზე მეტი დიფერენციაციული პოტენციალი გააჩნია), რომელშიც წინა ასიმეტრიული გაყოფის შედეგად ჩრთულია გენური ქსელი, რომელმაც შეუქცევადად გათიშა ტოტიპოტენციის გენური ქსელი და განაპირობა შემდგომი შვილობილი უჯრედების დიფერენციაციების ბედი. ცენტრიოლ 1 ზე დიფერენციაციის ინდუქტორთა სრული კომპლექტია. ცენტრიოლ 3 ზე კი ნაკლები (ერთი დიფერენციაციის ინდუქტორი დუპლიკაციისას არ მიემაგრა შვილობილ ცენტრიოლს). ასიმეტრიული გაყოფის შედეგად, ერთი შვილობრივი ურედი, რომელსაც უძველესი ცენტრიოლი 1 და დიფერენციაციის ინდუქტორთა სრული კომპლექტი გააჩნია, წარმოქმნის შვილობრივ ცენტრიოლს, რომელსაც დედობრივი უჯრედის იდენტურ დიფერენციაციის ინდუქტორს შეიცავს. მეორე შვილობრივ უჯრედში მხოლოდ ერთი დიფერენციაციის ინდუქტორია.

სურათი 4



დიფერენციაციის სავარაუდო ინდუქტორების ასიმეტრიული გადანაწილება დედობრივი უჯრედების ასიმეტრიული გაყოფისას შვილობრივ უჯრედებში- ფინალური სავარაუდო მოვლენები. სურათის ზედა მარცხენა მხარეს ასახულია G1 ფაზაში მყოფი უნიპოტენტური უჯრედი (დიფერენციაციის ინდუქტორების შესაბამისად, მხოლოდ ერთი დიფერენციაციული პოტენციალი გააჩნია), რომელშიც წინა ასიმეტრიული გაყოფის შედეგად ჩართულია გენური ქსელი. ცენტრიოლ 3 ზე მხოლოდ ერთი დიფერენციაციის ინდუქტორია. ცენტრიოლ 6 ზე კი არცერთი დიფერენციაციის ინდუქტორი. ასიმეტრიული გაყოფის შედეგად, ერთი შვილობრივი ურედი, რომელსაც უძველესი ცენტრიოლი 3 და ერთი დიფერენციაციის ინდუქტორი გააჩნია, წარმოქმნის შვილობრივ ცენტრიოლს, რომელსაც დედობრივი უჯრედის იდენტურ დიფერენციაციის ინდუქტორს შეიცავს. მეორე შვილობრივ უჯრედში არცერთი ერთი დიფერენციაციის ინდუქტორია და არც ერთი ინდუქტორი არ გამოიყოფა- შედეგად არ იცვლება და არც მის შტამომავლებში შეიცვლება დიფერენციაცია. დადგა დაპროგრამირებული სიკვდილის-აპოპტოზის ციტოგენეტიური სტატუსი.

პლარული უცენტრიოლო უჯრედები და მათი დიფერენციაცია ამ ლოგიკურ და საკმაოდ რეალურ სავარაუდო მექანიზმში არ ჯდება. მათი დიფერენციაციის ინდუქტორები რარაც სხვა სტრუქტურას არის მიმაგრებული ისე, რომ მოწესრიგებულად ნაწილდებიან დედობრივ უჯრედიდან შვილობრივ უჯრედებში ასიმეტრიულ გაყოფისას. საკითხი ღიად რჩება და მოითხოვს მიზანმიმართულ კვლევებს. ფაქტია, რომ ცენტრიოლების არ არებობა პლანარულ ორგანიზმს ანიჭებს პრაქტიკულად უსასრულო რეგენერაციულ პოტენციალს. თუ სხვა სახეობის ცხოველებში დიფერენციაციის ფასი უძველესი ცენტრიოლების დაგროვებაა ღეროვან უჯრედებში (და ამით მათში ენტროპიის დაგროვება-> ღეროვანი უჯრედების გაყოფის ტემპის დაქვეითება-> რეგენერაციის ტემპის დაქვეითება-> დაბერება), პლანარულ ურედებში დიფერენციას არ სჭირდება ცენტრიოლები და ამიტომ არ ხდება ენტროპიის დაგროვება და ორგანიზმის დაბერება.

დისკუსია

პლანარული ნეობლასტების მოლეკულურმა კვლევებმა გამოავლინა მათი ჰეტეროგენურობის მაღალი დონე და რთული იერარქიული ორგანიზაცია. FACS-ზე დაფუძნებული ნეობლასტის იზოლაციის, ერთჯერადი ნეობლასტის ტრანსპლანტაციის და ერთუჯრედიანი თანმიმდევრობის კომბინაციით, ნაჩვენებია, რომ პლანარული ღეროვანი უჯრედის განყოფილება შედგება ჭეშმარიტად პლურიპოტენტური ღეროვანი უჯრედებისგან, რომლებიც სპეციალიზდებიან მრავალგვარი საგვარეულო წინამორბედებად. ეს განსხვავებული უჯრედული ხაზი ხასიათდება ტრანსკრიფციის სპეციფიკური ფაქტორებისა და მათი საბოლოო დიფერენციაციისთვის საჭირო სხვა გენების გამოხატულებით. მნიშვნელოვანია, რომ ბოლო კვლევებმა დაიწყო ნეობლასტების დიფერენციაციის დაწყების დახასიათება უჯრედულ ციკლთან და მათ ასიმეტრიულ ან ასიმეტრიულ დაყოფასთან დაკავშირებით. ასე, მაგალითად, სპეციალიზებული შთამომავლობის წინამორბედები აჩვენებენ პლასტიურობის გარკვეულ ხარისხს, რაც მათ საშუალებას აძლევს უკან დაიხიონ პლურიპოტენტური მდგომარეობისკენ და შეცვალონ უჯრედის ბედი განსაკუთრებით რთულ კონტექსტში. მიუხედავად იმისა, რომ მიღწეულია პროგრესი ადრეული სიგნალების დახასიათების თვალსაზრისით, რომლებიც იწვევს რეგენერაციას (ანუ ERK აქტივაცია და ROS სიგნალიზაცია), როგორ არეგულირებს ეს სიგნალები ნეობლასტების ქცევას, ბოლომდე გასაგები რჩება. ანალოგიურად, კუნთების ბოჭკოები უზრუნველყოფენ მრავალ სიგნალს, რომელიც საჭიროა რეგენერაციის დროს სწორი ნიმუშის დასარეგულირებლად. როგორ მოქმედებს ამ სიგნალებიდან ზოგიერთი ნეობლასტებზე მათი გამრავლებისა და დიფერენციაციის რეგულირებისთვის, არის ის, რაც შემდგომ კვლევებს მოითხოვს. ამ თვალსაზრისით, ECM და ნაწლავის შესაძლო როლი, როგორც სავარაუდო ნიშები ნეობლასტებისთვის, იმსახურებს შემდგომ გამოკვლევას. ბოლოდროინდელი მცდელობები განხორციელდა ნეობლასტური კულტურის თანმიმდევრული პირობების დასამკვიდრებლად,

რაც შესაძლოა გადაწყვეტი იყოს ნეობლასტების მომავალი გენის რედაქტირებისთვის, ასევე ტრანსგენების განსახორციელებლად ამ ცხოველებში. გარდა ამისა, ზოგიერთმა კვლევამ უკვე აჩვენა როლი, რომელსაც ეპიგენეტიკური რეგულაცია და ქრომატინის რემოდელირება აქვს ნეობლასტების შენარჩუნებასა და დიფერენციაციაზე და უახლოეს მომავალში გახდება კვლევის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი სფერო. და ბოლოს, ახალი ხელსაწყოების შემუშავება, როგორცაა ACME მაცერაცია, რომელიც საშუალებას მისცემს პლანარული უჯრედების ტიპებისა და შტოების უკეთ დახასიათებას, აუცილებლად დაგვეხმარება ჩვენი ცოდნის წინსვლაში იმის შესახებ, თუ როგორ ახდენენ ნეობლასტები ამ საოცარ ცხოველებში რეგენერაციას.

დასკვნა

აღსანიშნავია, რომ ისეთი კონსერვატული ორგანელის არ არსებობა, როგორც არის ცენტროსომა/ცენტრიოლი არაპარაზიტულ ბრტყელ ჭიებში, ხელს არ უშლის უჯრედული განვითარების პროცესებს და უჯრედების დიფერენციაციას. თუმცა ზოგიერთ სახეობებში მნიშვნელოვანი განსხვავება შეიძლება აღმოჩნდეს ემბრიონულ უჯრედებში. მაკროსტომებს ემბრიოგენეზისას აქვთ სპირალური ღარი, რომელიც ასევე გვხვდება ანელიდებსა და მოლუსკებში, რომელიც ეყრდნობა უჯრედების გაყოფის ორიენტაციის სტერეოტიპულ მოდელს. ამის საპირისპიროდ, პლანარული და შისტოსომური ემბრიონები განიცდიან ემბრიონული უჯრედების გაყოფის განსხვავებულ რეჟიმებს, რომლებიც, როგორც ჩანს, არ მოიცავს ორიენტირებულ უჯრედულ დაყოფას. პლანარული და სხვა სახეობების დიფერენციაციის მოლეკულარული მექანიზმების დადგენა და შედარება სავარაუდოდ პასუხს გასცემს ბიოლოგიის დღევანდელ ყველაზე დიდ გამოწვევას- როგორ ხდება გენების მართვა დიფერენციაციისას. ასევე შემოწმდება დიფერენციაციის ცენტრიოლარული თეორია.

წყაროები:

1. Bettencourt-Dias M, Rodrigues-Martins A, Carpenter L, Riparbelli M, Lehmann L, Gatt MK, Carmo N, Balloux F, Callaini G, Glover DM. SAK/PLK4 is required for centriole duplication and flagella development. *Curr Biol.* 2005 Dec 20;15(24):2199-207. doi: 10.1016/j.cub.2005.11.042. Epub 2005 Dec 1. PMID: 16326102.
2. Calarco-Gillam PD, Siebert MC, Hubble R, Mitchison T, Kirschner M. Centrosome development in early mouse embryos as defined by an autoantibody against pericentriolar material. *Cell.* 1983 Dec;35(3 Pt 2):621-9. doi: 10.1016/0092-8674(83)90094-6. PMID: 6652679.
3. Chichinadze, K., Lazarashvili, A., & Tkemaladze, J. (2013). RNA in centrosomes: structure and possible functions. *Protoplasma*, 250(1), 397-405.
4. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). A new class of RNAs and the centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology*, 2(4), 287-291.

5. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). Discovery of centrosomal RNA and centrosomal hypothesis of cellular ageing and differentiation. *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids*, 31(3), 172-183.
6. Chichinadze, K., Tkemaladze, D., & Lazarashvili, A. (2012). New class of RNA and centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 25(1), 23-28.
7. Chichinadze, K. N., & Tkemaladze, D. V. (2008). Centrosomal hypothesis of cellular aging and differentiation. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 21(3), 367-371.
8. Jaba, T. (2022). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration yields senolytic effect in humans. *Issues and Developments in Medicine and Medical Research Vol. 2*, 22-31.
9. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). The planaria *Schmidtea mediterranea* as a model system for the study of stem cell biology. *Junior Researchers*, 1(1), 194–218. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.20>
10. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). Comparative Analysis of drugs that improve the Quality of Life and Life Expectancy. *Junior Researchers*, 1(1), 184–193. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.19>
11. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Balneology in Georgia: traditions and modern situation. *Junior Researchers*, 2(2), 78–97. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.09>
12. Lezhava, T., Monaselidze, J., Jokhadze, T., Kakauridze, N., Khodeli, N., Rogava, M., Tkemaladze, J., ... & Gaiozishvili, M. (2011). Gerontology research in Georgia. *Biogerontology*, 12, 87-91. doi: 10.1007/s10522-010-9283-6. Epub 2010 May 18. PMID: 20480236; PMCID: PMC3063552
13. Matsaberidze, M., Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Chichinadze, K., & Tkemaladze, J. (2017). TO TOPOLOGY OF ANTI-TERRORIST AND ANTI-CRIMINAL TECHNOLOGY FOR EDUCATIONAL PROGRAMS. *International Journal of Terrorism & Political Hot Spots*, 12.
14. Nigg EA, Stearns T. The centrosome cycle: Centriole biogenesis, duplication and inherent asymmetries. *Nat Cell Biol*. 2011 Oct 3;13(10):1154-60. doi: 10.1038/ncb2345. PMID: 21968988; PMCID: PMC3947860.
15. Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Matsaberidze, M., Chkhartishvili, L., Chichinadze, K., Tkemaladze, J., ... & Azmaiparashvili, Z. (2019). SYSTEM COMPONENTS OF HEALTH AND INNOVATION FOR THE ORGANIZATION OF NANO-BIOMEDIC ECOSYSTEM TECHNOLOGICAL PLATFORM. *Current Politics and Economics of Russia, Eastern and Central Europe*, 34(2/3), 299-305.
16. Reddien PW, Bermange AL, Murfitt KJ, Jennings JR, Sánchez Alvarado A. Identification of genes needed for regeneration, stem cell function, and tissue homeostasis by systematic gene perturbation in planaria. *Dev Cell*. 2005 May;8(5):635-49. doi: 10.1016/j.devcel.2005.02.014.
17. Tkemaladze, J. (2024). Main causes of intelligence decrease and prospects for treatment. *Georgian Scientists*, 6(2), 425–432. doi: <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.02.44>

18. Tkemaladze, J. (2024). Cell center and the problem of accumulation of oldest centrioles in stem cells. *Georgian Scientists*, 6(2), 304–322. doi: <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.02.32>
19. Tkemaladze, J., & Samanishvili, T. (2024). Mineral ice cream improves recovery of muscle functions after exercise. *Georgian Scientists*, 6(2), 36–50. doi: <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.02.04>
20. Tkemaladze J. Editorial: Molecular mechanism of ageing and therapeutic advances through targeting glycolytic and oxidative stress. *Front Pharmacol*. 2024 Mar 6;14:1324446. doi: 10.3389/fphar.2023.1324446. PMID: 38510429; PMCID: PMC10953819.
21. Tkemaladze, Jaba and Kipshidze, Mariam, Regeneration Potential of the Schmidtea Mediterranea CIW4 Planarian. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4633202> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4633202>
22. Tkemaladze, J. (2023). Is the selective accumulation of oldest centrioles in stem cells the main cause of organism ageing?. *Georgian Scientists*, 5(3), 216–235. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.22>
23. Tkemaladze, J. (2023). Cross-senolytic effects of dasatinib and quercetin in humans. *Georgian Scientists*, 5(3), 138–152. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.15>
24. Tkemaladze, J. (2023). Structure and possible functions of centriolar RNA with reference to the centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 156–170. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.17>
25. Tkemaladze, J. (2023). The centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 123–141. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.15>
26. Tkemaladze, J. (2023). Reduction, proliferation, and differentiation defects of stem cells over time: a consequence of selective accumulation of old centrioles in the stem cells?. *Molecular Biology Reports*, 50(3), 2751–2761.
27. Tkemaladze, J. Long-Term Differences between Regenerations of Head and Tail Fragments in Schmidtea Mediterranea Ciw4. Available at SSRN 4257823.
28. Tkemaladze, J., & Apkhazava, D. (2019). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration improves physical capacity in human. *J Biomedical Sci*, 8(3), 3.
29. Tkemaladze, J., Tavartkiladze, A., & Chichinadze, K. (2012). Programming and Implementation of Age-Related Changes. In *Senescence*. IntechOpen.
30. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2010). Centriole, differentiation, and senescence. *Rejuvenation research*, 13(2-3), 339–342.
31. Tkemaladze, J. V., & Chichinadze, K. N. (2005). Centriolar mechanisms of differentiation and replicative aging of higher animal cells. *Biochemistry (Moscow)*, 70, 1288–1303.
32. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2005). Potential role of centrioles in determining the morphogenetic status of animal somatic cells. *Cell biology international*, 29(5), 370–374.
33. Прангишвили, А. И., Гаситашвили, З. А., Мацаберидзе, М. И., Чичинадзе, К. Н., Ткемаладзе, Д. В., & Азмайпарашвили, З. А. (2017). К топологии антитеррористических и антикриминальных технологии для образовательных программ. В научном издании

представлены материалы Десятой международной научно-технической конференции «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016)» по следующим направлениям: Проблемы управления развитием крупномасштабных систем, включая ТНК, Госхолдин-ги и Гос-корпорации., 284.

34. Прангишвили, А. И., Гаситашвили, З. А., Мацаберидзе, М. И., Чхартишвили, Л. С., Чичинадзе, К. Н., Ткемаладзе, Д. В., ... & Азмайпарашвили, З. А. СИСТЕМНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ИННОВАЦИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ НАНО-БИМЕДИЦИНСКОЙ ЭКОСИСТЕМНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ. В научном издании представлены материалы Десятой международной научно-технической конференции «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016)» по следующим направлениям: Проблемы управления развитием крупномасштабных систем, включая ТНК, Госхолдин-ги и Гос-корпорации., 365.
35. Ткемаладзе, Д. В., & Чичинадзе, К. Н. (2005). Центриольярные механизмы дифференцировки и репликативного старения клеток высших животных. Биохимия, 70(11), 1566-1584.
36. Ткемаладзе, Д., Цомаиа, Г., & Жоржوليани, И. (2001). Создание искусственных самоадаптирующихся систем на основе Теории Прогноза. Искусственный интеллект. УДК 004.89. Искусственный интеллект. УДК 004.89.
37. Чичинадзе, К., Ткемаладзе, Д., & Лазарашвили, А. (2012). НОВЫЙ КЛАСС РНК И ЦЕНТРОСОМНАЯ ГИПОТЕЗА СТАРЕНИЯ КЛЕТОК. Успехи геронтологии, 25(1), 23-28.
38. Чичинадзе, К. Н., & Ткемаладзе, Д. В. (2008). Центросомная гипотеза клеточного старения и дифференциации. Успехи геронтологии, 21(3), 367-371.

Absence of centrioles and regenerative potential of planaria

Jaba Tkemaladze¹

¹Research Director, Longevity Clinic Georgia Inc.

Abstract

A characteristic feature of animal cells is the centrosome, a cytoplasmic organelle that almost always contains a pair of cylindrical centrioles and an organizing matrix of microtubules. Centrosomes are essential for the development of all animal species described so far. Centrioles with centrioles are essential for cells undergoing differentiation—from oocyte division 2-3 to terminal differentiation. The only exceptions are cells that are in the process of regeneration or total regeneration — for example, planarians, hydra, and the like. In planarians, centrioles assemble only in terminally differentiated ciliated cells via the so-called acentriolar pathway to produce cilia assembly. This unique feature allows for the identification of a large set of conserved proteins required for centriole assembly in animals, as well as centrosome-specific proteins absent from the planarian genome. Of particular interest is how irreversible differentiation occurs in acentric planarian cells. Could it be that the centroidless cells of planaria are only capable of modulation?



სტატია - კატეგორია -სამართალი

უსაფუძვლო გამდიდრებიდან წარმოშობილი ურთიერთობა და მომწესრიგებელ ნორმათა კონკურენცია

თამარ ჩიტოშვილი

სამართლის დოქტორი, პროფესორი. ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი; იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი; საქართველოს დავით აღმაშენებლის სახელობის უნივერსიტეტი. ტ-577734818; tamar.chitoshvili@yahoo.com;
tamar.chitoshvili@tsu.ge

სტატია წარმოადგენს იმ ნაშრომის გადამუშავებულ ვერსიას, რომელიც წარდგენილ იქნა პროფესორ სერგო ჯორბენაძის 90 წლის იუბილისადმი მიძღვნილ საერთაშორისო კონფერენციაზე: „საქართველოს სამოქალაქო კოდექსი: გამოწვევები და რეფორმირების პერსპექტივები“. კონფერენცია მოეწყო „ევროკავშირი საქართველოსთვის“ და „გერმანიის თანამშრომლობის“ ეგიდით (25-26 ნოემბერი, 2016 თბილისი).

აბსტრაქტი

ნაშრომი ეხება კანონისმიერი ვალდებულებების ისეთ სახეს, როგორცაა უსაფუძვლო გამდიდრება. უდავოა, რომ აღნიშნული სამართლებრივი ურთიერთობა როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული კუთხით გარკვეულ სირთულეებთან არის დაკავშირებული. სირთულეს განაპირობებს მისი გამიჯვნის პრობლემები როგორც სხვა სახის ვალდებულებებისამართლებრივ, ისე სანივთოსამართლებრივ ურთიერთობებთან. ამ უკანასკნელში იგულისხმება ქონებაზე საკუთრებისა და მესაკუთრის უფლებების დაცვა, სარგებლობის ხელშეშლა და მიუღებელი სარგებლის კომპენსაცია. აღნიშნული პრობლემები ჩნდება უსაფუძვლო გამდიდრების შემთხვევებთან დაკავშირებულ ურთიერთობებშიც, როდესაც საქმე ეხება უსაფუძვლოდ მიღებულის საფუძველზე გამდიდრებული პირის უფლება მოვალეობებს, ვითომ კრედიტორისა და ვითომ მოვალის ურთიერთობებს, დაბრუნების წესებსა და პირობებს და ა. შ.

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს მოხდეს იმ საკითხების განხილვა, რომელიც უკავშირდება უსაფუძვლო გამდიდრების ცნებას, სახეებს (შესრულებისა და შეუსრულებლობის კონდიქცია), სსკ იმ ნორმათა ურთიერთკავშირის განხილვას, რომელიც ერთმანეთთან იმყოფება

კონკურენციაში სანივთო და უსაფუძვლო გამდიდრებისდან წარმოშობილი სამართლებრივი ურთიერთობის მოწესრიგების დროს.

სტატიაში განხილული საკითხები საყურადღებოა როგორც თეორეტიკოსს, ისე პრაქტიკოსს იურისტებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: უსაფუძვლო გამდიდრება, შერულების კოდიქცია, შეუსრულებლობის კონდიქცია, ვითომ კრედიტორი, ვითომ მოვალე, სარგებელი, ხარჯი.

1 უსაფუძვლო გამდიდრება როგორც კანონისმიერი ვალდებულება (ზოგადი მიმოხილვა)

სამართალი მარადიულ განახლებას განიცდის. ამ პროცესში ძველი სამართალი აგრძელებს სიცოცხლეს ახალში იმდენად, რამდენადაც ამას ახალი სამართლის თვითდამკვიდრება მოითხოვს.

სამართლის განვითარებას ემსახურება სწორედ დროულად განხორციელებული და სათანადოდ შერჩეული ცვლილებები კანონმდებლობაში და უპირატესად საქართველოს სამოქალაქო კოდექსში, რადგანაც, პროფესორ სერგო ჯორბენაძეს შეფასებით, სამართლის ზემოქმედების ყველაზე ფართო საზღვარს სამოქალაქო კანონი გვაძლევს. სამოქალაქო კოდექსი კანონმდებლობის დარგობრივი სისტემატიზაციის უმაღლესი აქტია.

მეცნიერული კვლევებისა და პრაქტიკის განზოგადების ფონზე ცხადი გახდა, რომ ბევრი მოქმედი თუ ერთხელ უკვე გაუქმებული საკანონმდებლო ნორმა ხელახალ გადახედვას და კომენტირებას საჭიროებს. ეს კი შესაძლოა კანონმდებლობაში ცვლილებების განხორციელების საფუძველიც გახდეს.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ვალდებულებათა ცალკეული სახეები, მათი ერთმანეთისაგან გამიჯვნა და დამოკიდებულება სხვა ინსტიტუტებთან.

სამოქალაქო კოდექსი და საერთოდ კანონმდებლობა არ იძლევა კანონისმიერი ვალდებულების განმარტებას, თუმცა, სს კოდექსის 316_ე მუხლი 317-ე მუხლთან ერთად იძლევა ვალდებულების სახეებად დაყოფას. ასეთი დაყოფა არ შეიძლება ჩაითვალოს პირობით დაყოფად, ვინაიდან განსხვავებულია მათი რეგულირების სამართლებრივი მექანიზმი. სწორედ ეს განაპირობებს რომ კანონისმიერ ვალდებულებებს ცალკე ადგილი აქვს გამოყოფილი სს კოდექსში.

კანონისმიერი ვალდებულების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან სახეს წარმოადგენს უსაფუძვლო გამდიდრება.

ხელშეკრულება დაიდო, ვალდებულება წარმოიშვა და შესრულდა, ამ შემთხვევაში ითვლება, რომ ვალდებულების წარმოშობისა და შესრულების საფუძველი იყო ხელშეკრულება, თუმცა

შემდეგ დადგინდა, რომ გარიგება არ არსებობდა ბათილობის გამო და შესაბამისად ვალდებულებაც (ქონების გადაცემა, დაზოგვა) შესრულდა არასამართლებრივ საფუძველზე.

ხშირია შემთხვევები, როდესაც სახეზეა პირის ქონების გაზრდა, ან დაზოგვა და ძნელია იმის დადგენა რის საფუძველზე უნდა მოხდეს ურთიერთობის მოწესრიგება, რასთან გვაქვს საქმე, სახელშეკრულებო ვალდებულებასთან, თუ უსაფუძვლო გამდიდრებასთან. ამიტომ, უპირველეს ყოვლისა უნდა დადგინდეს, კერძოდ: თუ ურთიერთობის სუბიექტები იმყოფებიან სახელშეკრულებო ურთიერთობაში და მათგან ერთ-ერთის ქონების დაზოგვა, ან გაზრდა ხდება მეორის ხარჯზე, მაშინ ეს შემთხვევა არის საფუძველი მათ შორის დამატებითი ვალდებულების წარმოშობის, რაც უნდა მოწესრიგდეს მათ შორის არსებული ხელშეკრულებით, როგორც სპეციალური, ისე ზოგადი ნორმების საფუძველზე. ამჯერად, სახეზეა სახელშეკრულებო ვალდებულება და არა უსაფუძვლო გამდიდრება.

სახელშეკრულებო ურთიერთობაში მყოფი პირებიდან ერთ-ერთი მხარის ქონების გაზრდა, ან დაზოგვა უპირობოდ უნდა გავმიჯნოთ უსაფუძვლო გამდიდრებისაგან, თუ არსებობს შემდეგი გარემოებები, კერძოდ:

1. მხარეებს შორის არსებობს სახელშეკრულებო ურთიერთობა.
2. ქონების დაზოგვა, ან გაზრდა მოხდა სახელშეკრულებო ვალდებულების დარღვევით, ანუ არაჯეროვანი შესრულებით, ან შეუსრულებლობით.
3. სახელშეკრულებო ვალდებულების დარღვევის შედეგად დაიზოგა, ან გაიზარდა არა მესამე (გარეშე) პირის ქონება, არამედ ხელშეკრულების მონაწილე ერთ-ერთი მხარის ქონება.

უსაფუძვლო გამდიდრების დროს ურთიერთობა წარმოიშობა და ინტერესთა დაცვა ხდება იმ პირებისა, რომლებიც ერთმანეთთან სახელშეკრულებო ურთიერთობაში არ იმყოფებიან და ჩნდება პირის მიერ ნებით, ან უნებლიეთ დაზოგილი, ან გაზრდილი ქონების უფლებამოსილი პირისათვის დაბრუნების მოვალეობა და ამ მოვალეობის რეგულირება ხდება კანონის საფუძველზე.

კონდიქციური ვალდებულება უმეტეს შემთხვევაში წარმოიშობა თვით დაზარალებული პირის მოქმედების შედეგად.

პირის უსაფუძვლოდ გამდიდრება, ასევე, შეიძლება მოხდეს არა მხოლოდ იმ პირის ქმედებით, რომლის კუთვნილი ქონების ხარჯზეც მოხდა უსაფუძვლოდ გამდიდრება, აგრეთვე, უსაფუძვლოდ გამდიდრების საფუძველი შეიძლება იყოს, აგრეთვე, მესამე პირის მოქმედება და დაუძლეველი ძალაც.

როგორც საქართველოს, ისე უმეტესი ქვეყნების კანონმდებლობა ძირითადად იძლევა უსაფუძვლო გამდიდრების შემთხვევებს, უსაფუძვლო გამდიდრებით წარმოშობილი

ვალდებულების შესრულების წესსა და საფუძვლებს (სს კოდექსის 976-ე მუხლი). თუმცა, არც აღნიშნული და არც სპეციალური ნორმები არ შეიცავს უსაფუძვლო გამდიდრების ცნებას. აღნიშნულ ნორმაში მითითებულია პირის მიერ სარგებლის მიღების საფუძვლების არასრული ჩამონათვალი, რაც მხოლოდ ამა თუ იმ პირის მოქმედების შედეგად სარგებლის მიღებაში აისახება. ამასთან, ეს მოქმედება გამოწვეულია პირის მიერ ვალდებულების შესრულების ვარაუდით, ანუ მცდარი წარმოდგენა ვალდებულების არსებობის შესახებ.

იგივე შინაარსით არის მოცემული გერმანიის სამოქალაქო კოდექსის 812-ე მუხლის რედაქცია, კერძოდ: დაბრუნების მოთხოვნის უფლება. 1. ვინც სხვა პირის მიერ რაიმე ვალდებულების შესრულების ხარჯზე, ან სხვაგვარად ამ პირის ხარჯზე იძენს რაიმეს, ვალდებულია მიღებული დაუბრუნოს მას. იგივე ვალდებულება არსებობს მაშინაც, როდესაც მიღების სამართლებრივი საფუძველი მოგვიანებით გაუქმდა, ან ვალდებულების შესრულებით დასახული მიზნის მიღწევა ვერ მოხდა. 2. შესრულებად მიიჩნევა აგრეთვე ხელშეკრულების საფუძველზე არსებული ვალდებულების არსებობის, ან არ არსებობის აღიარება.

ამდენად, უსაფუძვლო გამდიდრება გულისხმობს სამართლებრივი საფუძვლის გარეშე სარგებლის მიღებას, ანუ პირის ქონების გაზრდის, ან დაზოგვის ფაქტს სხვისი ქონების ხარჯზე, რომელიც ეფუძვნება პირთა მართლზომიერ, ან არამართლზომიერ ქცევას, ან ეს შეიძლება გამოწვეულ იქნეს დაუძლეველი ძალის შედეგად. ამასთან, მიღებული სარგებელი ექვემდებარება დაბრუნებას და ამავე დროს შესაძლებელია.

დოქტრინაში გამოკვეთილია კონდიქციის სახეები: შესრულებისა და შეუსრულებლობის კონდიქცია

2. შესრულების კონდიქცია

შესრულების კონდიქციის ძირითადი არსი მდგომარეობს ვალდებულების შესრულებაში, როდესაც პირს სურს ვალდებულებისაგან გათავისუფლება და ვალდებულების შესრულება ხდება ვითომ კრედიტორის წინაშე. თუმცა, შემდეგ დგინდება, რომ შესრულების საფუძველი იყო არამართლზომიერი და დასახული შედეგის მიღწევა არ მოხდა.

სს კოდექსის გარკვეულ ნორმებში იკვეთება შესრულების კონდიქციის კონკრეტული შემთხვევები. შესრულების კონდიქცია გვაქვს მაშინ, როდესაც პირი თავისი ნებით და არა ვალდებულების შესრულების მიზნით ახდენს გადაცემას და შემსრულებელი ამ შესრულებით ცდილობს რაიმე მიზნის მიღწევას, თუმცა ეს მიზანმიმართული შედეგი არ დადგა სხვა პირის მხრიდან, რომელთანაც მიზნის მიღწევა იყო შეთანხმებული (სსკ 977-ე მუხ.).

შესრულების კონდიქცია შეიძლება იყოს სახეზე მაშინაც, როდესაც სამართლებრივი ურთიერთობა შემდგარია რამოდენიმე პირისაგან (მაგალითად დავალების საფუძველზე მესამე პირისათვის შესრულება). ასეთ შემთხვევაში სახეზეა რამოდენიმე შესრულება, რომლებიც იწვევს, ასევე, რამოდენიმე კონდიქციური მოთხოვნის უფლების წარმოშობას.

შესრულების კონდიქციის დროს საქმე გვაქვს როგორც ვალდებულების შესრულების მიზნით გადაცემასთან (სსკ 976/13), რომლის შესრულების საფუძველი ბათილი აღმოჩნდა, ისე ცალმხრივად გამოვლენილი ნების საფუძველზე, ყოველგვარი ვალდებულების გარეშე, როდესაც დავალების გარეშე სხვისი საქმეების შესრულება შეიძლება აღმოჩნდეს უსაფუძვლოდ გამდიდრებიდან გამომდინარე მოთხოვნის საფუძველი (სსკ 969-975 მუხ.).

შესრულების კონდიქციის ყველა მითითებული და ასევე სხვა შემთხვევა არ წარმოადგენს ამჯერად განხილვის მიზანს.

3. შეუსრულებლობის კონდიქცია

მიმაჩნია, რომ უფრო მეტად მნიშვნელოვანი და საყურადღებოა შეუსრულებლობის კონდიქციის შემთხვევები შესრულების კონდიქციისაგან განსხვავებით.

შესრულების კონდიქციის შემთხვევაში საკითხი უფრო მარტივად და ადვილად გასაგებია იმ თვალსაზრისით, რომ უსაფუძვლო გამდიდრების შემთხვევები უკავშირდება ძირითადად ბათილი გარიგების შედეგებს. უფრო რთულად დგას საკითხი, მაშინ როდესაც საქმე ეხება „სხვა საფუძველით“ უსაფუძვლო გამდიდრებას. როდესაც კონკრეტული შემთხვევის, როგორც უსაფუძვლო გამდიდრების ფაქტად შეფასებას ხშირად დიდი სამართლებრივი ძალისხმევა სჭირდება.

შესრულების კონდიქციისაგან უნდა გავმიჯნოთ შეუსრულებლობის კონდიქცია, რომლის დროს შესრულება არ ხდება ვალდებულების შესრულების მიზნით, ასევე, პირის უსაფუძვლოდ გამდიდრება არ ხდება უშალოდ დაზარალებულის ქცევით.

ამდენად, შეუსრულებლობის კონდიქციის მთავარი მახასიათებელი, რომელიც არსებითად მიჯნავს შესრულების კონდიქციისაგან არის შესრულების და გადაცემის ვალდებულების არ არსებობა. რაც იმას ნიშნავს, რომ უსაფუძვლოდ გამდიდრებული პირი სხვის ქონებას, ან ამ ქონებით სარგებლობას იღებს ძირითადად თვითნებური, არამართლზომიერი ქცევის შედეგად (აღნიშნული ქცევა შეიძლება იყოს როგორც კეთილსინდისიერი, ისე არაკეთილსინდისიერი). შეუსრულებლობის კონდიქციასთან შეიძლება გვქონდეს საქმე მაშინაც, როდესაც ადგილი არა აქვს მიმღების ქცევას. როდესაც მისი მოქმედება გამორიცხულია და მიღება ხდება მაგალითად ბუნებრივი მოვლენების შედეგად (პასიური ფორმით).

უფრო ხშირად გვაქვს საქმე აქტიურ შემთხვევასთან. როდესაც პირის უსაფუძვლოდ გამდიდრება ხდება თვითნებური ქცევით. თუ ეს ქცევა პირის მხრიდან არაკეთილსინდისიერია, მაშინ საქმე გვაქვს შეუსრულებლობის კონდიქციის ისეთ სახესთან როგორცაა ხელყოფის კონდიქცია.

„ხელყოფის კონდიქციის დროს ხორციელდება სხვისი ნივთის ან უფლების გამოყენება, განკარგვა უფლებამოსილი პირის ნებართვის გარეშე. ამ დროს მოთხოვნის კრედიტორია ქონების განკარგვის უფლების მქონე პირი, ხოლო მოპასუხე – არაუფლებამოსილი პირი, რომელმაც

ხელყო სხვისი საკუთრება, მისი განკარგვის გზით, რითაც მიიღო ქონებრივი შეღავათი, ხოლო მესაკუთრის საკუთრება შეიზღუდა ან შეწყდა“.

შეუსრულებლობის კონდიქციასთან გვაქვს საქმე, როდესაც პირი სხვისი საქმეების შესრულებისას ვარაუდობდა, რომ ეს მისი საქმე იყო. ასეთ შემთხვევაში სახეზეა შეუსრულებლობის კონდიქციის ისეთი შემთხვევა, როდესაც შემსრულებელი რეგრესული წესით ითხოვს შესრულებულის დაბრუნებას. (სსკ მუხ: 975).

ხელყოფის კონდიქციის სახეს წარმოადგენს ის ურთიერთობა, როდესაც იძულების ან მუქარის საფუძველზე ხდება სარგებლის მიღება, რომელიც მოწესრიგებულია სს კოდექსის 978-ე მუხლით და რაზედაც ვრცლად ქვემოთ იქნება საუბარი.

4. ურთიერთობათა მოწესრიგება და ნორმათა კონკურენცია

როგორც თეორიული ისე პრაქტიკული კუთხით მეტად საყურადღებოდ მიმაჩნია იძულებით ან მუქარით გადაცემის შედეგად უსაფუძვლოდ გამდიდრების შემთხვევა, კერძოდ: სსკ 978-ე მუხლის თანახმად „პირს, რომელიც მეორე პირს გადასცემს რაიმეს არა ვალდებულების შესრულების მიზნით, არამედ იძულების ან მუქარის საფუძველზე, შეუძლია მოითხოვოს მისი უკან დაბრუნება, გარდა იმ შემთხვევებისა, როცა მიმღებს უფლება ჰქონდა გადაცემულზე.“ ამ თვალსაზრისით ასევე საინტერესოა სსკ 81-89-ე მუხლები. აქაც შესაძლებელია გაჩნდეს კითხვა, ხომ არ იმეორებს 978-ე ნორმა 81-89 მუხლების შინაარსს და ხომ არ განიხილება იგი ზედმეტ ნორმად უსაფუძვლო გამდიდრების თავში (ეს კითხვა ხშირად ჩნდება როგორც პრაქტიკოს იურისტებში, ისე თეორეტიკოსებში).

აღნიშნულის გათვალისწინებით შესაძლებელია მოვახდინოთ მითითებული ნორმების ურთიერთშეჯერება. კერძოდ: სსკ 81-89-ე მუხლები არის ზოგადი ხასიათის, რომლებიც იძლევა იძულებით დადებული გარიგების, როგორც ბათილი გარიგების განმარტებას, ასევე მუქარისა და ძალადობის განმარტებას, უთითებს მის შინაარზე, შეცილების ვადაზე, განმარტავს ცალმხრივი რესტიტუციის საკითხს იმ მხარის მიმართ, რომელმაც აიძულა, ან მოატყუა მეორე მხარე ნების გამოვლენაში, თუმცა მითითებულ ნორმებში არაფერია ნათქვამი იძულებით დადებული ბათილი გარიგების შედეგებზე.

სსკ 978-979-ე ნორმები კი არის სპეციალური ხასიათის ნორმები, რომლებიც იმეორებს 81-89 მუხლების შინაარსს და გარდა რესტიტუციისა, პირდაპირ უთითებს იმ შედეგებზე, რომელიც მოჰყვება იძულებით დადებულ გარიგებას. ითხოვს ამ გარიგების საფუძველზე მიღებულის დაბრუნებას და მასთან ერთად იმ სარგებლის დაბრუნებასაც, რომელიც უსაფუძვლო გამდიდრების სახით მიიღო ბრალეულმა მხარემ. ამასთან მნიშვნელოვანია ისიც, რომ იგვევ ნორმებზე (სსკ 978-979-ე) დაყრდნობით არაუფლებამოსილი პირი ვალდებულია დაუბრუნოს არა მხოლოდ მოგების სახით მიღებული სარგებელი, არამედ სარგებელი, რომელიც არ მიუღია, თუმცა შეეძლო მიეღო უსაფუძვლოდ მიღებული ქონების სწორი სამეურნეო მართვის შედეგად.

იგივე საკითხთან დაკავშირებით, ასევე, საინტერესოა განვიხილოთ და გავავლოთ პარალელი სსკ 978-ესა და 976-ე მუხლის 1/3 „ა“ ქვეპუნქტთან, კერძოდ: „პირს, რომელმაც სხვას ვალდებულების შესასრულებლად რაიმე გადასცა, შეუძლია მოსთხოვოს ვითომ კრედიტორს (მიმღებს) მისი უკან დაბრუნება, თუ; ა) ვალდებულება გარიგების ბათილობის ან სხვა საფუძვლის გამო არ არსებობს, არ წარმოშობილა, ან შეწყდა შემდგომში“. აღნიშნულის შინაარსიდან გამომდინარე საკითხი ეხება ისეთ ბათილ გარიგებებს, რომელთა გარიგების საფუძველი არ არის მხოლოდ იძულება და მუქარა. აღნიშნული პუნქტი (976-ე მუხლის 1/3 „ა“) ეხება ისეთ ბათილ გარიგებებსაც, რომელთა შემთხვევაში მხარის მიერ არის ნების გამოვლენის ნაკლი. როგორც პროფესორი ლადო ჭანტურია განმარტავს: „ნების ნაკლის წყარო თვითონ ნების გამომვლენის პიროვნებაშია, მის მიერ არასწორად განხორციელებულ ქმედებაში, ან გარემოებათა არასწორ შეფასებაში“. ამდენად, სსკ 978-ე მუხლის შინაარსით გამოიკვეთა განსაკუთრებული შემთხვევა, რომელიც ეხება იძულებითა და მუქარით დადებულ ისეთ გარიგებებს, რომელთა საფუძველზეც მოხდა მხოლოდ ქონების (მოდრავი, უმრავი, ან არამატერიალური ქონებრივი სიკეთის) გადაცემა, რომლის გადაცემაც გადამცემი პირის ვალდებულებას და შესაბამისად არც ნებას არ წარმოადგენდა. ე. ი, გარიგების დადების საწყის მომენტშივე შემსრულებლისათვის, ანუ გადამცემისათვის ნათელი იყო მისი ნების საწინააღმდეგო, იძულების მომენტი.

ამდენად, სსკ 81-89-ე მუხლები არის ზოგადი ნორმები, რომლებიც ეხება არა მხოლოდ იძულებით და მუქარით დადებულ ბათილ გარიგებებს, რომლებიც ნივთების გადაცემას ეხება, არამედ, არამატერიალური ქონებრივი სიკეთის იძულებით, ან მუქარით გადაცემასაც.

ამიტომაც, სსკ 978-ე მუხლის ცალკე გამოყოფა და მასზედ დამოუკიდებლად მითითება უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებში სრულიად გამართლებულად შეიძლება ჩაითვალოს. ეს ნორმა ეხება მხოლოდ ნივთების (მატერიალური სიკეთის) იძულებით, ან მუქარით გადაცემას, რაზედაც იძულებით მიმღები პირი იძენს საკუთრების უფლებას, რაც ძირითადად დამახასიათებელია უსაფუძვლო გამდიდრების შემთხვევებისთვის. უკეთესი იქნებოდა თუ ნორმაში იქნება აღნიშნულზე მითითება, რაც მოხსნიდა ბუნდოვანობას და გაამარტივებდა ნორმის გამოყენებას.

შესაძლებელია დადგეს საკითხი იმის შესახებ თუ კონდიქციის რომელ სახეს შეიძლება მივაკუთვნოთ აღნიშნული ნორმის საფუძველზე მომხდარი გამდიდრება. შესრულების თუ შეუსრულებლობის კონდიქციას. ვფიქრობ ეს კიდევ ცალკე მსჯელობის საგანია.

შეუსრულებლობის კონდიქციის ერთ-ერთ სახედ შეიძლება განვიხილოთ სსკ 980-ე მუხლი. რომლის თანახმად: „1.თუ მიმღებმა გასწია ხარჯები, ან მას წარმოეშვა ქონებრივი დანაკლისი იმასთან დაკავშირებით, რომ საგანი სამუდამოდ შეძენილად მიაჩნდა, მაშინ იგი მოვალეა დააბრუნოს საგანი ხარჯებისა და დანაკლისის ანაზღაურების პირობით. ეს წესი არ გამოიყენება, როცა გადაცემული საგანი არ იძლევა იმის საფუძველს, რომ იგი მიჩნეული იქნეს სამუდამოდ შეძენილად.

2. ანაზღაურების მოვალეობანი 979-ე და 980-ე მუხლების მიხედვით უნდა შესრულდეს ერთდროულად. უკან დაბრუნების ხარჯები და რისკი ეკისრება შემსრულებელს“.

აღნიშნული ნორმების შინაარსი იძლევა იმის საფუძველს, რომ საქმე გვაქვს როგორც მოძრავ, ისე უძრავ ნივთთან. განვიხილოთ ისეთი შემთხვევა, როდესაც პირი დარწმუნებულია, რომ ნივთი აუცილებლად მისი საკუთრება გახდება. მაგალითად: ა-სა და ბ-ს შორის ბინის ნასყიდობის ხელშეკრულების უზრუნველყოფა მოხდა ბე-ს გადაცემით. ამასთან, შეთანხმდნენ, რომ ბინის ნასყიდობის ხელშეკრულებას დადებდნენ 5 თვის შემდეგ, როდესაც ბ - ბინის მესაკუთრე - დაბრუნდებოდა საზღვარგარეთიდან. მანამდე ა-ს მიენიჭა ბინაში ცხოვრების უფლება. ა-მ იმედით, რომ ბინა მისი საკუთრება გახდებოდა, ჩაატარა სარემონტო სამუშაოები საკუთარი ხარჯებით. თუმცა, ნასყიდობის ხელშეკრულება ვერ დაიდო მესაკუთრის ბრალეულობით. აღნიშნულ შემთხვევაში ა-სა და ბ-ს ურთიერთობის მოწესრიგება მოხდება მათ შორის დადებული ბე-ს გადაცემის ხელშეკრულებით. ხოლო ბინის რემონტზე გაწეული ხარჯების დაბრუნება ა-ს შეუძლია უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებით (სსკ 976, 979, 980 მუხ).

იგივე უფლებები წარმოეშობა პირს, რომელიც მემკვიდრეობით მიიღებს ქონებას, რომელშიც ურევია გაურკვეველი წარმომავლობის ნივთი, თუმცა, მან არ იცის, რომ ეს ნივთი არ ეკუთვნოდა მამკვიდრებელს და ნივთის მესაკუთრე სხვა პირია.

თუ ნივთი ინდივიდუალური ნიშნით განსაზღვრულია, უფლებამოსილი პირი მიმღებს წარუდგენს სავინდიკაციო სარჩელს და დაკმაყოფილების შემთხვევაში, მიმღები, ანუ პირს, რომელიც ნივთს სამუდამოდ შექენილად მიიჩნევდა სხვა ნივთებთან ერთად, შეუძლია მოითხოვოს ნივთზე გაწეული ხარჯებისა და ქონებრივი დანაკლისის ანაზღაურება. წინააღმდეგ შემთხვევაში საქმე გვექნება მეპატრონის უსაფუძვლო გამდიდრების შემთხვევასთან.

ამ კონკრეტულ შემთხვევაში უნდა მოხდეს იმის დადგენა თუ რა სახის ხარჯები გაწია პირმა ამ ნივთის მფლობელობის პერიოდში. ეს არის ნივთის გაუმჯობესების, თუ სამეურნეო ხასიათის სარგებლობის პროცესში წარმოშობილი ხარჯები. ამ უკანასკნელთა კომპენსაცია, თავისი პირდაპირი შეფასებით, შესაძლოა დაექვემდებაროს სანივთო სამართლის ნორმებს (163-164), თუკი, დაბრუნებაზე უფლებამოსილ პირს არ დაუკარგავს საკუთრების უფლება ნივთზე. ანუ, ამ შემთხვევაში უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებთან მიმართებით, პრიორიტეტულია სანივთო სამართლის ნორმები.

ხაზგასასმელია ის ფაქტიც, რომ ნორმაში გამოყენებული გამონათქვამი - „გაწეული ხარჯები“ - ძალიან ზოგადი შინაარსისაა, რაც იმას ნიშნავს, რომ აქ იგულისხმება ნივთთან დაკავშირებით მიმღების მიერ გაწეული ნებისმიერი სახის ხარჯები (გაუმჯობესების, შენახვის და ა. შ.), ან ქონებრივი დანაკლისი. უფლებამოსილი პირის (მეპატრონის) გამოჩენის შემთხვევაში მიმღები (მოვალე) ვალდებულია დაუბრუნოს საგანი უფლებამოსილ პირს, მხოლოდ მის მიერ გაწეული ხარჯებისა და ქონებრივი დანაკლისის ანაზღაურების პირობით.

სხვა შედეგებთან გვექნება საქმე, მაშინ, როდესაც არ არსებობს მყარი სამართლებრივი საფუძველი იმისა, რომ პირს ნივთი სამუდამოდ შეძენილად მიაჩნდეს. ანუ, აქ ექვსის ქვეშ დგება პირის კეთილსინდისიერების საკითხი, რასაც მნიშვნელობა აქვს საკუთრების უფლების შეძენისათვის. იგივე მაგალითის საფუძველზე შეიძლება განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც პირი, რომელიც მემკვიდრეობით მიიღებს ქონებას, რომელშიც ურევია გაურკვეველი წარმომავლობის ნივთი, ის ვერასოდეს გახდება ამ ნივთის მესაკუთრე თუ მან იცის, რომ ნივთის მესაკუთრე სხვა პირია (თუნდაც არ იცოდეს მისი ვინაობის შესახებ). ასევე, პირი ვერ მოიპოვებს საკუთრების უფლებას ნაპოვარ, ან ნათხოვარ ნივთზე, რომელსაც მესაკუთრემ დიდი ხნის განმავლობაში არ მოითხოვა და მან ეს ნივთი სამუდამოდ შეძენილად ჩათვალა. მსგავს შემთხვევებში პირი უნდა ჩაითვალოს არაკეთილსინდისიერ შემძენად. უნდა მოითხოვოს თუ არა ასეთმა შემძენმა ნივთზე გაწეული ხარჯები და ქონებრივი დანაკლისი. აღნიშნულ შემთხვევასთან დაკავშირებით საყურადღებოა სსკ 980-ე მუხლის პირველი პუნქტის ბოლო წინადადება, რომლის თანახმად მიმღებს არა აქვს უფლება მოითხოვოს ხარჯებისა და ქონებრივი დანაკლისის ანაზღაურება თუ „გადაცემული ქონება არ იძლევა იმის საფუძველს, რომ იგი მიჩნეულ იქნეს სამუდამოდ შეძენილად“. რაც არასწორად მიმაჩნია შემდგომ გარემოებათა გამო. თუ საგანი მიმღების მიერ გაწეული ხარჯების შედეგად არსებითად გაუმჯობესდა და ამ გაუმჯობესებას იგი ინარჩუნებს უფლებამოსილი პირისათვის დაბრუნების მომენტშიც, მაშინ მიმღებს უფლებამოსილი პირისაგან უნდა აუნაზღაურდეს, ან მოხდეს გაქვითვა იმ ხარჯებისა, რითიც გაიზარდა საგნის ღირებულება. მნიშვნელობა არ უნდა ჰქონდეს მიმღებს საგანი სამუდამოდ შეძენილად მიაჩნდა თუ არა. წინააღმდეგ შემთხვევაში მიმღები აღმოჩნდა დაზარალებული, ხოლო პირი რომელმაც გაუმჯობესებული საგანი დაიბრუნა სათანადო კომპენსაციის გარეშე, გამოდის უსაფუძვლოდ გამდიდრებული.

ვფიქრობ, აღნიშნული მუხლით დადგენილი წესი, ასევე ეწინააღმდეგება სსკ 164-ე მუხლის მოთხოვნას. კერძოდ: „არაკეთილსინდისიერმა მფლობელმა უფლებამოსილ პირს უნდა დაუბრუნოს როგორც ნივთი, ასევე მიღებული სარგებელი, ნივთის ან უფლების ნაყოფი. მფლობელი ვალდებულია აანაზღაუროს ის ნაყოფი, რომელიც მან ბრალეულად არ მიიღო. ნივთზე გაწეული ხარჯები და გაუმჯობესებანი მას შეუძლია მხოლოდ მაშინ მოითხოვოს, თუ მათ ნივთის უკან დაბრუნების მომენტისათვის უფლებამოსილი პირის გამდიდრება მოჰყვა შედეგად. სხვა მოთხოვნები არაკეთილსინდისიერი მფლობელის მიმართ უცვლელი რჩება“.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, მოთხოვნის უფლების მქონე პირისთვის პრიორიტეტული იქნება სანივთო სამართლის შესაბამისი (164 და შემდეგი) ნორმების გამოყენება სსკ 980-ე მუხლთან მიმართებით.

არამართლზომიერი ჩარევიდან გამომდინარე კონდიქციასთან, როგორც შეუსრულებლობის კონდიქციის ერთ-ერთ სახესთან გვაქვს საქმე მაშინაც, როდესაც უფლებამოსილი პირის თანხმობის გარეშე ხდება სხვისი სამართლებრივი სიკეთის ხელყოფა.

სწორედ აღნიშნულს ეხება და არეგულირებს სსკ 982-ე მუხლი: „1. პირი, რომელიც ხელყოფს მეორე პირის სამართლებრივ სიკეთეს მისი თანხმობის გარეშე განკარგვის, დახარჯვის, სარგებლობის, შეერთების, შერევის, გადამუშავების ან სხვა საშუალებით, მოვალეა აუნაზღაუროს უფლებამოსილ პირს ამით მიყენებული ზიანი.

2. ბათილი განკარგვის შემთხვევაში უფლებამოსილ პირს შეუძლია ხელმყოფისაგან მოითხოვოს დაუყოვნებლივი ანაზღაურება“.

აღნიშნული ნორმის პირველი ნაწილი გულისხმობს ისეთ შემთხვევებს, როდესაც პირი სარგებელს იღებს და მდიდრდება არა ბათილი გარიგების შესრულების შედეგად, როდესაც მას ხარვეზიანი საფუძვლის შედეგად გადასცემენ რაიმეს, არამედ, თვითნებურად იღებს სარგებელს სხვისი სიკეთის ხელყოფით. ამდენად, საყურადღებოა უფლებამოსილი პირის ინტერესების დაცვის საშუალება უნდა მოხდეს სავინდიკაციო სარჩელის საფუძველზე, თუ უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებზე (სსკ982მუხ.) დაყრდნობით.

თუ არაუფლებამოსილი პირი თვითნებურად დაუფლებისა და სარგებლობით ხელყოფს სხვის – ინდივიდუალური ნიშნით განსაზღვრულ – ქონებას და იღებს სარგებელს, მაშინ ნივთისა და მიღებული სარგებლის გამოთხოვის პრიორიტეტული საფუძველი იქნება სანივთოსამართლებრივი ნორმები, რაზედაც ზემოთ უკვე იყო საუბარი.

თუ სხვისი ქონების უნებართვო ხელყოფა ეხება გვაროვნული ნიშნით განსაზღვრულ ქონებას და იგი ხელმყოფის, ან მესამე პირის საკუთრებად იქცა, მაშინ მოთხოვნის წაყენება ხდება განმკარგავის მიმართ, რომელიც ითვლება უსაფუძვლოდ გამდიდრებულ პირად, ან რომელმაც უშუალოდ ნახა სარგებელი. აღნიშნულ შემთხვევაში ურთიერთობა იქნება ვალდებულებით სამართლებრივ ხასიათს და მოთხოვნა ეფუძვნება უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებს.

თუ ნივთი ექვემდებარება დაბრუნებას პირისაგან, რომელიც არის კეთილსინდისიერი შემძენი, მაშინ გამოთხოვა მოხდება სანივთო-სამართლებრივი ნორმების საფუძველზე. თუ ამ ფაქტით არავინ იქნება გამდიდრებული, მაშინ უფლებამოსილ პირს ექნება არაუფლებამოსილი (ხელმყოფი) პირისაგან ზიანის ანაზღაურების მოთხოვნის უფლება, რაც, ასევე, ვალდებულებით სამართლებრივი ურთიერთობის ხასიათს იქნის.

თუ გასხვისებული ნივთი არ დაექვემდებარება დაბრუნებას, მაშინ არაუფლებამოსილ (ხელმყოფ) პირს როგორც უსაფუძვლოდ გამდიდრებულს, რომელმაც უშუალოდ სარგებელი ნახა, დაეკისრება უფლებამოსილი პირისთვის მიღებულის დაბრუნების მოვალეობა.

სსკ-982 ნორმასთან კავშირში შესაძლებელია შევხვით სსკ193-195 მუხლების შინაარსს, რომელიც იხილავს კონკრეტულ შემთხვევებს და ადგენს ნივთების შეერთების, შერწყმის და გადამუშავების შედეგად საკუთრების წარმოშობის წესს, ხოლო სსკ 197-ე მუხლი ადგენს ამ კონკრეტულ შემთხვევაში ნივთების შეერთების, შერწყმის და გადამუშავების დროს მესაკუთრეთა უფლების ადგენის წესს. რაც შეეხება სსკ 982-ე მუხლს, ეს არის უფრო ზოგადი ნორმა, რომელიც მოიცავს

როგორც სსკ 193-195 ნორმებით დადგენილ, ისე სხვა საშუალებით უფლების დარღვევის შემთხვევებსაც. კერძოდ: სარგებლობით, განკარგვით, დახარჯვით და ა. შ. ანუ, ამით სახეზე გვაქვს არამართლზომიერი ჩარევიდან გამომდინარე კონდიქცია, რომელიც ითვალისწინებს როგორც მიღებულის დაბრუნებას, ისე მის საფუძველზე მიუღებელი სარგებლის დაბრუნებას. სწორედ ამას უნდა გულისხმობდეს სსკ 982-ე მუხლში მითითებული გამოთქმა: „მოვალეა აუნაზღაურის უფლებამოსილ პირს ამით მიყენებული ზიანი“.

ამდენად, აღნიშნულ ნორმაში მითითებული ზიანი უფრო ზოგადი ხასიათისაა, თუმცა მასში მოიაზრება სხვისი ქონების უნებართვო გამოყენების შედეგად მიღებული სარგებელი, როგორც უსაფუძვლო გამდიდრების შემთხვევა.

მითითებული ნორმის შინაარსი სწორედ ასეა გაგებული საქართველოს უზენაესი სასამართლოს მიერ ერთ-ერთ საქმეზე მიღებული გადაწყვეტილებითაც, სადაც გაკეთებულია დამატებითი განმარტებები, მოვახდენ ზუსტ ციტირებას: „საქართველოს სამოქალაქო კოდექსის 982-ე მუხლით, კერძოდ, ამ მუხლის პირველი ნაწილის თანახმად, პირი, რომელიც ხელყოფს მეორე პირის სამართლებრივ სიკეთეს მისი თანხმობის გარეშე განკარგვის, დახარჯვის, სარგებლობის, შეერთების, შერევის, გადამუშავების ან სხვა საშუალებით, მოვალეა აუნაზღაუროს უფლებამოსილ პირს ამით მიყენებული ზიანი. განსახილველი ნორმით გათვალისწინებული „ზიანი“ წარმოადგენს არა ზიანის ანაზღაურების შემთხვევას, არამედ, საქმე გვაქვს გამდიდრების გათანაბრებასთან. ამ შემთხვევაში ყურადსაღებია, რომ ხსენებული ნორმა მოცემულია უსაფუძვლო გამდიდრების ინსტიტუტით, რაც მიგვითითებს ამ ნორმით გათვალისწინებული ზიანის გათანაბრებაზე უსაფუძვლო გამდიდრებასთან, ანუ როგორც ხელყოფის კონდიქციისათვის არის დამახასიათებელი, ამ ნორმით გათვალისწინებული იურიდიული შედეგი არის ის, რომ ხელმყოფმა უნდა გაუთანაბროს უფლების მქონე პირს მის უფლებაში ჩარევა. აქედან გამომდინარე, ზემოხსენებულ ნორმაში მითითებულ ზიანში იგულისხმება მიღებულის დაბრუნების შეუძლებლობის შემთხვევაში მისი ღირებულების ანაზღაურება, ანუ საქმე გვაქვს არა ზიანის ანაზღაურებასთან, არამედ გამდიდრების გათანაბრების შემთხვევასთან.“

დამატებითი განმარტებების თავიდან აცილების მიზნით, უკეთესი იქნებოდა თუ აღნიშნულ ნორმაში აქცენტი გაკეთდებოდა უსაფუძველოდ მიღებულისა და სარგებლის დაბრუნებაზე, მის ფარგლებზე და არა ზიანზე.

ამდენად, სსკ 193-197-ე მუხლების საფუძველზე ხდება **საკუთრების უფლების რეგულირება** ნივთების გადამუშავების, შერწყმის, შეერთების შედეგად მიღებულ ახალ ნივთებზე. ხოლო 982-ე მუხლი კი აწესრიგებს სხვისი ქონების უნებართვოდ ხელყოფის შედეგად **უსაფუძვლოდ გამდიდრების შემთხვევებს**.

სხვისი სამართლებრივი სიკეთის ხელყოფა შეიძლება მოხდეს როგორც გვაროვნული, ისე ინდივიდუალური ნიშნით განსაზღვრული ქონების. თუ ადგილი აქვს სხვისი **ინდივიდუალური**

ნიშნით განსაზღვრული ქონების ხელყოფას, მაშინ ბუნებრივია საქმე გვექნება *სანივთო-სამართლებრივ ურთიერთობასთან* და პირი, რომლის სამართლებრივი სიკეთის ხელყოფა მოხდა, უფლების აღდგენას მოითხოვს *სავინდიკაციო სარჩელის* საფუძველზე. სავინდიკაციო სარჩელით ხდება მესაკუთრის დარღვეული უფლების აღდგენა საკუთარი ნივთის სხვისი უკანონო მფლობელობიდან გამოთხოვით. ასევე, არამესაკუთრე მფლობელსაც შეუძლია სხვისი უკანონო მფლობელობიდან დაიბრუნოს ნივთი და ამით აღადგინოს ნივთზე დარღვეული სარგებლობის უფლება.

ამდენად, სავინდიკაციო სარჩელის შედეგად ხდება უფლებამოსილი პირის მიერ იგივე ნივთის გამოთხოვა და მიღება, ხოლო, არამართლზომიერი როგორც კეთილსინდისიერი, ისე არაკეთილსინდისიერი მფლობელისაგან როგორც ნივთის, ისე მფლობელობის პერიოდში ნივთისაგან მიღებული სარგებლისა და გაწეული ხარჯების დაბრუნების წესები და ფარგლები მოწესრიგებულია სანივთოსამართლებრივი ნორმებით. ეს არის ის შემთხვევა, როდესაც უფლებამოსილ პირს არ დაუკარგავს საკუთრების უფლება ნივთზე.

უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებზე დაყრდნობით შესაძლებელია მფლობელობის პერიოდში მიღებულის გამოთხოვა. კერძოდ: *არამართლზომიერი კეთილსინდისიერი მფლობელი*, რომელმაც ფლობის სამართლებრივი საფუძვლის ხარვეზის შესახებ შეიტყო, შეტყობის მომენტიდან, ან იმ მომენტიდან, როდესაც მას შეეძლო სცოდნოდა ამ ხარვეზის შესახებ, ვალდებულია უფლებამოსილ პირს გადასცეს არამართლზომიერად მიღებული ნივთი და ის სარგებელი, რომელიც მან მიიღო არამართლზომიერ მფლობელობაში არსებული ნივთიდან და მოხდა მისი უსაფუძვლოდ გამდიდრება. იგივე ვალდებულება ეკისრება *არაკეთილსინდისიერ მფლობელს*, თუმცა ნივთის მის მფლობელობაში გადაცემის მომენტიდან. ანაზღაურების მოვალეობა არსებობს მაშინაც, თუ მიმღებს შეეძლო მიეღო სარგებელი, თუმცა თავისი ბრალეულობით ვერ მიიღო. (სსკ მუხ.982, 981).

აღნიშნულიდან გამომდინარე უფლებამოსილი პირის სამართლიანობის აღდგენა შესაძლებელია როგორც სანივთო-სამართლებრივი (სავინდიკაციო სარჩელი, სსკ მუხ. 163-164, 187,172), ისე ვალდებულებით-სამართლებრივი ურთიერთობის (უსაფუძვლო გამდიდრების) საფუძველზე (სსკ მუხ.982, 981).

ამდენად, არამართლზომიერი ჩარევიდან გამომდინარე კონდიქცია (შეუსრულებლობის კონდიქცია) და სანივთო-სამართლებრივი ურთიერთობის გადაკვეთა ხშირად ხდება. რაც ართულებს ამ ორი შემთხვევის პრაქტიკაში გამიჯვნას. რის გამოც ხშირად ჩნდება კითხვა სსკ 982-ე მუხლის საჭიროების შესახებ, მაშინ როდესაც არის სს კოდექსის 162-164-ე მუხლები, რომლებიც თითქმის იგივე საკითხებს არეგულირებს რასაც 982-ე მუხლი. მიმაჩნია, რომ აღნიშნული ნორმების არსებობის მიუხედავად სს კოდექსის 982-ე მუხლი უსაფუძვლო გამდიდრების სხვა ნორმებთან ერთად იძლევა სადავო ურთიერთობის დეტალურად მოწესრიგების შესაძლებლობას. როდესაც ერთდროულად სახეზეა სანივთო-სამართლებრივი და ვალდებულებით-

სამართლებრივი ხასიათის დარღვევები, *მთავარია ზუსტად მოხდეს იმის შეფასება, თუ რასთან გვაქვს საქმე, რომელი უფლებაა დარღვეული, ვინ ითვლება უსაფუძვლოდ გამდიდრებულად და შესაბამისად პრიორიტეტიც რომელ ნორმებს უნდა მიენიჭოს.*

5. სარგებლობიდან გამომდინარე ღირებულების ანაზღაურების კონდიცია

პრაქტიკული თვალსაზრისით განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს პირის მიერ სხვის ქონებაზე გაწეული ხარჯები და მისი ანაზღაურების წესი, რომელიც შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც შეუსრულებლობის კონდიციის სახე, კერძოდ: **სარგებლობიდან გამომდინარე ღირებულების ანაზღაურების კონდიცია.** მიმაჩნია, რომ ასეთი შემთხვევა შეიძლება გვექონდეს როგორც სახელშეკრულებო, ისე არასახელშეკრულებო ურთიერთობის დროს.

მაგალითად: როდესაც პირი სხვისი ნივთით სარგებლობის შემთხვევაში (ქირავნობის, იჯარის, თხოვების და სხვა) გასწევს მასზედ ისეთ ხარჯებს, რომლის საფუძველზეც არსებითად იზრდება საგნის ღირებულება. ამასთან ეს გაუმჯობესება არ წარმოადგენდა პირის არც სახელშეკრულები და არც კანონისმიერ მოვალეობას და სახელშეკრულებო ნორმები (როგორც სპეციალური, ისე ზოგადი) არ ითვალისწინებს მის ანაზღაურებას. მაგალითად: დამქირავებელმა აღადგინა დაქირავებული ბინის დაზიანებული მონაკვეთი, რომელიც არ წარმოადგენდა არც კანონისმიერ და არც სახელშეკრულებო მოვალეობას. თუ დამქირავებელს მისი აღდგენა არ ევალეობოდა ხელშეკრულებით და არც გამქირავებლის თანხმობა არ მიუღია მასზედ, მაშინ ასეთი ხარჯების ანაზღაურება უნდა მოხდეს დავალების გარეშე სხვისი საქმეების შესრულების წესების შესაბამისად (სსკ მუხ. 545). თუ ეს გაუმჯობესება აღნიშნულ ნორმებზეც არ დაექვემდებარება ანაზღაურებას, თუმცა გაუმჯობესება არსებით ხასიათს ატარებს, მაშინ საქმე გვექნება უსაფუძვლო გამდიდრებასთან. ხშირ შემთხვევაში რთული ხდება იმის განსაზღვრა თუ რასთან გვაქვს საქმე: სახელშეკრულებო თუ უსაფუძვლო გამდიდრებიდან გამომდინარე ურთიერთობასთან. აღნიშნულის დადგენა უნდა მოხდეს კონკრეტულ შემთხვევებში კონკრეტული გარემოებების შეფასებით.

იგივე პარალელი შეიძლება გავაკეთოთ სსკ 545, 598, 599 მუხლების ურთიერთგანხილვის შედეგად, რომელთა საფუძველზეც მოიჯარეს მეიჯარემ უნდა აუნაზღაუროს მხოლოდ საიჯარო ქონების გაუმჯობესებისათვის გაწეული კაპიტალური ხარჯები, ასევე მეიჯარის თანხმობით გაწეული სხვა საჭირო ხარჯები. რაც შეეხება ხარჯებს, რომელიც მოიჯარემ გაწია მეიჯარის თანხმობის გარეშე, ან არ იყო აუცილებლობით გამოწვეული, ასეთი ხარჯები იჯარის ხეკშეკრულების სპეციალური ნორმებით არ ექვემდებარება ანაზღაურებას. სსკ 545-ე და 581-ე მუხლების თანახმად შესაძლებელია მათი ანაზღაურება მოხდეს დავალების გარეშე სხვისი საქმეების შესრულების წესების საფუძველზე. არ არის გამორიცხული, რომ მოიჯარის მიერ გაწეული ზემოაღნიშნული ხარჯები მითითებული ნორმების საფუძველზეც არ დაექვემდებაროს ანაზღაურებას. *ამიტომ, მიმაჩნია, რომ თუ ამ ხარჯების საფუძველზე არსებული გაუმჯობესება გაზრდილ ღირებულებას ინარჩუნებს მეიჯარისათვის (მესაკუთრისათვის) ქონების გადაცემის*

შემდეგაც, უნდა შეფასდეს მეიჯარის უსაფუძვლო გამდიდრებად და მასზედ გაწეული ხარჯების ანაზღაურება უნდა მოხდეს უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებზე დაყრდნობით.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, აუცილებლობადაც კი მიმაჩნია არსებობდეს ნორმები შესაბამისი რედაქციით, სადაც იქნება მინიშნება მსგავსი ურთიერთობის მოწესრიგებაზე. ამით ბევრი ბუნდოვანი მომენტები მოიხსნებოდა.

ამ კუთხით, ასევე საყურადღებოდ მიმაჩნია არასახელშეკრულებო ურთიერთობის განხილვა, მაგალითად: დავალების გარეშე სხვისი საქმეების შესრულების დროს პირს (შემსრულებელს) უნდა აუნაზღაურდეს მხოლოდ სხვის ქონებაზე გაწეული ხარჯები (973), ასევე, ის ხარჯები, რომელიც მეპატრონის კანონისმიერ ნებას არ ეწინააღმდეგება (974). რაც იმას ნიშნავს, რომ შემსრულებელს აღნიშნულის, ანუ მეპატრონის ინტერესების საწინააღმდეგო ხარჯები არ უნდა აუნაზღაურდეს. ცხადია, აქ უნდა ვიგულისმოდეთ დავალების გარეშე სხვისი საქმეების შესრულების დროს სპეციალური ნორმებით დაცული მეპატრონის ინტერესი.

თუმცა, მოცემულ შემთხვევაში უნდა დადგინდეს ამ ხარჯების შედეგად (რომელიც მეპატრონის პირდაპირი ინტერესიდან და აუცილებლობიდან არ გამომდინარეობს) გაიზარდა თუ არა მეპატრონის ქონების ღირებულება და ზოგადად ხომ არ იწვევს ეს ფაქტი მეპატრონის უსაფუძვლოდ გამდიდრებას, რაზეც დავალების გარეშე სხვისი საქმეების შესრულების შესახებ სპეციალურ ნორმებში არაფერია თქმული. მიმაჩნია, რომ ასეთ შემთხვევაში უნდა გამოვიყენოთ სწორედ უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმები, თუმცა, საყურადღებოა თავს მოხვეული სიკეთის პრინციპი, რაც აუცილებლად გასათვალისწინებელია უსაფუძვლო გამდიდრების შემთხვევის შეფასებისას.

ამ თვალსაზრისით, უკეთესი იქნება გარკვეული მითითება არსებობდეს დავალების გარეშე სხვისი საქმეების შესრულების მარეგულირებელ ნორმებში.

6. სამართლიანობის პრინციპისა და შესრულების შეუძლებლობის ურთიერთმიმართება

უსაფუძვლო გამდიდრებაში მნიშვნელოვანდ მიმაჩნია სამართლიანობის პრინციპისა და შესრულების შეუძლებლობის ერთობლივად განხილვის საკითხი. უსაფუძვლო გამდიდრების თავში ზოგადი სახით არის მოცემული სსკ 991-ე მუხლი, რომლის თანახმად, „პირი, რომელიც სხვა პირის ხარჯზე უსაფუძვლოდ გამდიდრდა სხვა საშუალებითაც, გარდა იმისა, რაც გათვალისწინებულია ამ თავში, მოვალეა დაუბრუნოს მას მიღებული.“

ძნელია წინასწარ დაკონკრეტდეს რა მიეკუთვნება „სხვა საშუალებათა“ ჩამონათვალს, რომლის საფუძველზედაც მოხდა პირის გამდიდრება. აღნიშნულ საფუძველთა შეფასება უნდა მოხდეს კონკრეტულ შემთხვევაში, კონკრეტულ გარემოებათა გათვალისწინებით. ეს გარემოებები შეიძლება გამოიკვეთოს მრავალმხრივ ურთიერთობებში, რომელთა წარმოშობა ხდება, ასევე, ნამდვილი გარიგების საფუძველზე.

ამდენად, კონკრეტული საფუძვლების გარდა უსაფუძვლო გამდიდრებიდან წარმოშობილი მოთხოვნის დაკმაყოფილება შეიძლება მოხდეს „სამართლიანობის პრინციპის“ გამოყენებით. სწორედ სამართლიანობის პრინციპისა და შესრულების შეუძლებლობის ერთობლივი შეფასების საფუძველზე შესაძლებელია შესრულების დაბრუნების მოვალეობა დაეკისროს მესამე პირს, ნაცვლად ძირითადი მოვალისა. ეს იქნება ის მესამე პირი, რომელმაც ამ ქმედებების შედეგად უშუალოდ სარგებელი ნახა, რომლის ქონების ღირებულებაც არსებითად გაიზარდა და ამ შედეგების შეფასება შესაძლებელია როგორც უსაფუძვლო გამდიდრება. **„აღნიშნულ პირობებს ეწოდება „სარჩელის სუბსიდიალურობა“.** ამით ხაზგასმულია უსაფუძვლო გამდიდრებიდან წარმოქმნილი მოთხოვნის უფლების მეორადი ბუნება. პრინციპში, იგი ადგილს უთმობს სხვა სამართლებრივი საფუძვლებიდან წარმოქმნილ მოსარჩელის პრეტენზიებს.

აღნიშნულს ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როდესაც მოთხოვნის უფლების მქონე პირი შესრულების ღირებულების მიღებას ვერ აღწევს იმ პირისაგან, რომელთანაც იგი სახელშეკრულებო ურთიერთობაში იმყოფებოდა და ამ მიღებას ითხოვს მესამე პირისაგან. უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებზე დაყრდნობით მესამე პირი ვალდებული იქნება დააკმაყოფილოს შემსრულებლის მოთხოვნა, თუ იგი ამ შესრულებით საბოლოოდ გამდიდრებულად ჩაითვლება.

ამ შემთხვევაში ყურადღება უნდა მიექცეს ორ ფაქტორს: 1. შესრულების შეუძლებლობის სახეს, ანუ როგორ შეუძლებლობასთან გვაქვს საქმე ობიექტურ შეუძლებლობასთან, თუ სუბიექტურ შეუძლებლობასთან. „ობიექტური შეუძლებლობის შემთხვევაში ვალდებულების შესრულება არ ძალუძს არც მოვალეს და არც მესამე პირს“.

სუბიექტური შეუძლებლობის შემთხვევაში კი, პერსონალური, ან ინდივიდუალური ვალდებულების შესრულება მოვალისაგან შეუძლებელია, ხოლო მისი შესრულება შესაძლებელია მესამე პირისაგან.

მიმაჩნია, რომ შესრულების ობიექტური შეუძლებლობა შეიძლება გარდაიქმნას სუბიექტურ შეუძლებლობაში და ეს გახდეს მესამე პირისაგან შესრულების მოთხოვნის საფუძველი უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებზე დაყრდნობით.

მაგალითი: ა-ს (დამქირავებელს) და ბ-ს (გამქირავებელს) შორის დაიდო ბინის ქირავნობის ხელშეკრულება. აღნიშნული ხელშეკრულებით დათქმული შეთანხმების საფუძველზე ა-მ (დამქირავებელმა) დამხმარე სათავსოს მშენებლობის მიზნით გ-სთან (სამშენებლო ორგანიზაციასთან) დადო ნარდობის ხელშეკრულება. მშენებლობაზე გაწეული ხარჯების ანაზღაურებამდე ა (დამქირავებელი/ შემკვეთი) გარდაიცვალა. გ-მ (სამშენებლო ორგანიზაციამ) ვერ შეძლო ნარდობის ხელშეკრულებით გაწეული ხარჯების მიღება. უფრო მეტიც, შეიქმნა ხარჯების ანაზღაურების ობიექტური შეუძლებლობა. გამომდინარე იქიდან, რომ ბ-სა და გ-ს, ანუ დამქირავებელსა და სამშენებლო ორგანიზაციას შორის არ არსებობს არანაირი სახელშეკრულებო ურთიერთობა, შესაბამისად ურთიერთვალდებულებების შესრულების სახელშეკრულებო

საფუძველიც არ არსებობს. ე. ი. გ-ს (მენარდეს) არ შეუძლია გაწეული ხარჯების ანაზღაურება ძირითადი მოვალის ნაცვლად მოითხოვოს ბ-საგან.

მართალია მენარდის წინაშე შესრულების ვალდებულება აკისრია შემკვეთს (დამქირავებელს) თუმცა, აღნიშნულ შემთხვევაში სამართლებრივი შეფასება უნდა მიეცეს კონკრეტულ ფაქტებს: ვისი ქონების ღირებულება გაიზარდა, ან დაიზოგა, ვინ არის შემძენი, და საერთოდ ვინ ითვლება უსაფუძვლოდ გამდიდრებულად. აღნიშნულის გათვალისწინებით ა-სა და გ-ს შორის არსებული ვალდებულების შესრულების ობიექტურმა შეუძლებლობამ შეიძლება მიიღოს სუბიექტური შეუძლებლობის სახე, თუკი:

1. მენარდის მიერ გაწეული სამუშაოების ღირებულების ანაზღაურება ა-საგან (შემკვეთისაგან) საერთოდ შეუძლებელია არა მხოლოდ დროის გარკვეულ მონაკვეთში, არამედ საერთოდ;
2. ბ-ს (გამქირავებლის) კუთვნილი ბინის გაუმჯობესება და მისი ღირებულების ანაზღაურება არ წარმოადგენდა ა-ს (დამქირავებლის) სახელშეკრულებო მოვალეობას;
3. ბინაზე გაწეული გაუმჯობესების ღირებულება ა-ს (დამქირავებელს) არ მიუღია ბ-საგან (გამქირავებლისაგან);
4. ბ-ს (მესაკუთრის) კუთვნილი ბინის გაუმჯობესება მოხდა არსებითად და თავის ღირებულებას ინარჩუნებს ქირავნობის ელშეკრულების დასრულების შემდეგაც;

ჩამოთვლილი გარემოებების ერთობლივად არსებობის შემთხვევაში საქმე გვექნება ბინის მესაკუთრის უსაფუძვლო გამდიდრების ფაქტთან, რადგან ბინის მდგომარეობა არსებითად გაიზარდა. ამიტომ, უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმების გამოყენებით სამართლიანობის პრინციპის საფუძველზე მენარდის დაკმაყოფილება უნდა მოხდეს მესამე პირის (ბინის მესაკუთრის) მიერ, რადგან დამქირავებლის მხრიდან ეს შეუძლებელი იქნება.

ამიტომაც, სსკ 976-ე მუხლის პირველი პუნქტისა და 991-ე მუხლის საფუძველზე ბინის მესაკუთრე ვალდებულია აუნაზღაუროს გაუმჯობესებაზე გაწეული ხარჯები, რომელიც გ-ს (მენარდის) მიერ გაწეული იქნა ბ-ს კუთვნილი ქონების ღირებულების გაზრდაზე.

აღნიშნული ფაქტები, როგორც უკვე იყო მითითებული, შესაძლოა შევაფასოთ, როგორც სუბიექტური შესრულების შეუძლებლობა, როდესაც პირდაპირი მოვალე ვერ ასრულებს ვალდებულებას შესრულებულის ანაზღაურების შესახებ, მაშინ მესამე პირი იქნება ის სუბიექტი, რომელსაც უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებზე დაყრდნობით შეიძლება დაეკისროს შესრულებულის ღირებულების ანაზღაურება, რომლითაც არსებითად გაიზარდა უშუალოდ მესამე პირის ქონება. ამდენად, დაცული იქნება უსაფუძვლო გამდიდრების ძირითადი პრინციპი, რაც გულისხმობს საკუთარი ქონების გაზრდას სხვისი ქონების ხარჯზე.

ე. ი. მესამე პირს, როგორც უსაფუძვლოდ გამდიდრებულს, დაეკისრება შესრულებულის ღირებულების ანაზღაურების მოვალეობა – „სუბსიდიარული სარჩელის“ საფუძველზე. ამდენად, „სამართლიანობის პრინციპიდან გამომდინარე არავინ არ შეიძლება გამდიდრდეს სხვის ხარჯზე“.

განსხვავებული სამართლებრივი შედეგები შეიძლება დადგეს იმ შემთხვევაში, როდესაც საქმე ეხება მოძრავი ქონების გაუმჯობესებას მისი ღირებულების არსებითი გაზრდით. აღნიშნული ურთიერთობის რეგულირება მოხდება სახელშეკრულებო ნორმებზე დაყრდნობით. მაგალითად სსკ 634-ე მუხლის თანახმად მენარდეს თავისი მოთხოვნის უზრუნველსაყოფად შეუძლია გამოიყენოს გირავნობის უფლება მის მიერ დამზადებულ ან შეკეთებულ მოძრავ ნივთზე, თუ ეს ნივთი დამზადების, ან შეკეთების მიზნით მენარდის მფლობელობაში იმყოფება.

მსგავსი ურთიერთობის რეგულირების შემთხვევაში იგივე სამართლებრივი შედეგები დგება გერმანული კანონმდებლობით, კერძოდ: „ფირმა, რომელმაც გააუმჯობესა, ან წესრიგში მოიყვანა ნივთები, რომლებიც არ არის დამკვეთის საკუთრება, გერმანიის სამოქალაქო კოდექსის §812-ის თანახმად ვერ მოითხოვს ამ ნივთების მესაკუთრისაგან მათი გაზრდილი ღირებულების ანაზღაურებას, თუ დამკვეთი სამომავლოდ კრედიტუნარო აღმოჩნდება. მოცემული სწორი პრინციპის გამოყენება შეზღუდულია იმ შემთხვევებში, როდესაც ფირმა გარემონტებული ნივთის მფლობელია. მსგავს შემთხვევებში იგულისხმება, რომ ფირმას შეუძლია მოცემული ნივთი იქამდე შეინახოს – მისი მესაკუთრის მიმართაც კი, – ვიდრე არ მიიღებს შესრულებული სამუშაოს ანაზღაურებას.

უდავო ჭეშმარიტებაა, რომ სახელშეკრულებო ურთიერთობებიდან გამომდინარე ვალდებულებების შესრულების მოთხოვნა უნდა მოხდეს სახელშეკრულებო ნორმებზე მითითებით. თუმცა, თუკი ძირითადი მოვალისაგან ვალდებულების შესრულება შეუძლებელია და კრედიტორის მოთხოვნა ვერ შესრულდება, მაშინ შესრულების მიუღწევლობის შედეგი კრედიტორის რისკად უნდა ვაღიაროთ. სწორედ ასეთ გარემოებებში უნდა დადგინდეს თუ ვინ მიიღო შესრულების შედეგი, სარგებელი ვინ ნახა და ვინ ითვლება უსაფუძვლოდ გამდიდრებულ პირად. ***ასეთი გარემოებების დადგენის შემთხვევაში შესაძლებლად მიმაჩნია „სამართლიანობის პრინციპზე“ დაყრდნობით შესრულებულის ანაზღაურება მოვითხოვოთ იმ პირისაგან, რომლის სასარგებლოდაც დადგა უშუალო შედეგი***, ანუ პირი, რომლის ქონების ღირებულებაც გაიზარდა, ან დაიზოგა სხვისი ქონების ხარჯზე და რომელიც უსაფუძვლოდ გამდიდრებულად შეიძლება მივიჩნიოთ. თუმცა, აღნიშნულთან დაკავშირებით არსებობს განსხვავებული შეფასებებიც.

გერმანული სამართალი და სასამართლო პრაქტიკა უარყოფს მოსარჩელის მიერ მესამე პირისაგან იმ შესრულებული ღირებულების მიღებას, რომელსაც ხელშეკრულების მხარე ვერ უხდის. ის გარემოება, რომ შესრულების საფუძველზე მესამე პირის კუთვნილი ქონების ღირებულება გაიზარდა, შემსრულებელი შესრულების ღირებულების ანაზღაურებას ვერ მოითხოვს მესამე პირისაგან იმ შემთხვევაშიც თუ ხელშეკრულება ბათილია, ან სხვა მიზეზის გამო შესრულების

ღირებულების მიღება შეუძლებელია მოვალის, ანუ სახელმწიფო პარტნიორის მხრიდან (ანალოგიური პოზიცია აქვს პრუსიულ და შვეიცარიულ სამართალს). *ვფიქრობ ეს არ არის უპირობოდ მისაღები და არ გავრცელდება ისეთ შემთხვევებზე, როდესაც ადგილი აქვს შესრულების ობიექტურ შეუძლებლობას. წინააღმდეგ შემთხვევაში ადგილი ექნება სამართლიანობის პრინციპის დარღვევას და პირის უსაფუძვლოდ გამდიდრებას.*

აღნიშნულის გათვალისწინებით, უკეთესი იქნებოდა, არსებობდეს შესაბამისი შინაარსის ნორმა უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებში, რაც ყოველგვარი ბუნდოვანობის გარეშე შესაძლებელს გახდიდა მსგავსი ურთიერთობების პირდაპირ მოწესრიგებას.

დასკვნა

ნაშრომში განხილული საკითხების შეფასებების საფუძველზე, დასკვნის სახით, შეიძლება ითქვას, რომ სამოქალაქო კოდექსის ზოგიერთი ნორმების პრაქტიკაში სწორად გამოყენების მიზნით საჭიროა მათი ზუსტი და სიღრმისეული კომენტირება როგორც ზოგადი, ისე სპეციალური ნორმების ურთიერთშეჯერებით. ასევე არ არის გამორიცხული ახალი წესების შემოტანაც და ამ გზით ნორმათა შევსება.

ამ თვალსაზრისით შესაძლოა შემდეგი ძირითადი საკითხების გამოყოფა:

1. სსკ 978-ე მუხლის ცალკე გამოყოფა და მასზედ დამოუკიდებლად მითითება უსაფუძვლო გამდიდრების ნორმებში სრულიად გამართლებულად შეიძლება ჩაითვალოს. ეს ნორმა ეხება მხოლოდ ნივთების (მატერიალური სიკეთის) იძულებით, ან მუქარით გადაცემას. ამიტომ, უკეთესი იქნება თუ 978-ე მუხლის რედაქციაში პირდაპირ იქნებოდა ხაზგასმა მატერიალურ სიკეთეზე და სიტყვა „რაიმე“-ს ნაცვლად იქნებოდა შესაბამისი ტერმინი, რაც გაამარტივებს ნორმის გამოყენებას.

2 სს კოდექსის 982-ე მუხლის პირველი პუნქტის თანახმად აქცენტი კეთდება მიყენებულ ზიანზე, კერძოდ: „პირი, რომელიც ხელყოფს მეორე პირის სამართლებრივ სიკეთეს მისი თანხმობის გარეშე განკარგვის, დახარჯვის, სარგებლობის, შეერთების, შერევის, გადამუშავების ან სხვა საშუალებით, მოვალეა აუნაზღაუროს უფლებამოსილ პირს ამით მიყენებული ზიანი.“ ნაშრომში გაკეთებული განმარტებების საფუძველზე ეს „ზიანი“ უთანაბრდება და გულისხმობს „უსაფუძველოდ მიღებულსა და სარგებელს“ და არა თავისი პირდაპირი მნიშვნელობით „ზიანს“

3 როგორც ნაშრომშია განხილული, თუ პირი სახელმწიფო ურთიერთობის საფუძველზე სარგებლობს სხვისი ქონებით და ახდენს ამ ქონების არსებით გაუმჯობესებას ისე, რომ არ მიუღია მესაკუთრის (უფლებამოსილი პირის) თანხმობა, ან ეს არ წარმოადგენს აუცილებელ გაუმჯობესებას, თუმცა ინარჩუნებს თავის ღირებულებას ხელშეკრულების დასრულების შემდეგაც, მაშინ ეს უნდა ჩაითვალოს უსაფუძვლო გამდიდრების შემთხვევად და უნდა დაექვემდებაროს ანაზღაურებას. ეს იქნება ის განსაკუთრებული შემთხვევა, როდესაც: ა)

გაუმჯობესება არსებითია; ბ) გამოცალკევება და წაღება შეუძლებელია; გ)მესაკუთრე წინააღმდეგია მის ანაზღაურებაზე; დ) მასზედ გაწეული ხარჯების ანაზღაურება შეუძლებელია სახელშეკრულებო ნორმებზე დაყრდნობით;

4. ნაშრომში მოცემული ვრცელი დასაბუთების საფუძველზე სსკ 980-ე მუხლის პირველი პუნქტის ბოლო წინადადება (1. თუ მიმღებმა გასწია ხარჯები, ან მას წარმოეშვა ქონებრივი დანაკლისი იმასთან დაკავშირებით, რომ საგანი სამუდამოდ შექმნილად მიაჩნდა, მაშინ იგი მოვალეა დააბრუნოს საგანი ხარჯებისა და დანაკლისის ანაზღაურების პირობით. ეს წესი არ გამოიყენება, როცა გადაცემული საგანი არ იძლევა იმის საფუძველს, რომ იგი მიჩნეული იქნეს სამუდამოდ შექმნილად.) უპირობოდ არ უნდა იქნეს მიღებული. კერძოდ: თუ საგანი მიმღების მიერ გაწეული ხარჯების შედეგად არსებითად გაუმჯობესდა და ამ გაუმჯობესებას იგი ინარჩუნებს უფლებამოსილი პირისათვის დაბრუნების მომენტშიც, მაშინ მიმღებს უფლებამოსილი პირისაგან უნდა აუნაზღაურდეს, ან მოხდეს გაქვითვა იმ ხარჯებისა, რითიც გაიზარდა საგნის ღირებულება. მნიშვნელობა არ უნდა ჰქონდეს მიმღებს საგანი სამუდამოდ შექმნილად მიაჩნდა თუ არა. წინააღმდეგ შემთხვევაში მიმღები აღმოჩნდა დაზარალებული, ხოლო პირი რომელმაც გაუმჯობესებული საგანი დაიბრუნა სათანადო კომპენსაციის გარეშე, გამოდის უსაფუძვლოდ გამდიდრებული.

5. სამართლიანობის პრინციპისა და შესრულების შეუძლებლობის ერთობლივი შეფასებით შესაძლებელია შესრულებისა და მისი ღირებულების დაბრუნების მოვალეობა დაეკისროს მესამე პირს, თუკი მოთხოვნის უფლების მქონე პირი შესრულების ღირებულების მიღებას ვერ აღწევს ძირითადი მოვალისაგან. ეს იქნება ის მესამე პირი, რომელმაც ამ ქმედებების შედეგად უშუალოდ სარგებელი ნახა, რომლის ქონების ღირებულებაც არსებითად გაიზარდა და ამ შედეგების შეფასება შესაძლებელია უსაფუძვლო გამდიდრებად. სამართლიანობის დაცვის თვალსაზრისით მიზანშეწონილად მიმაჩნია სასამართლო პრაქტიკის ამ კუთხით წარმართვა. ვფიქრობ ამის შესაძლებლობას იძლევა სს კოდექსის 991-ე მუხლი.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. საქართველოს სამოქალაქო კოდექსი, 1997
2. საქართველოს სამოქალაქო კოდექსის კომენტარი, წიგნი პირველი, გამ. „სამართალი“, 1999. გვ.22
3. ზოიძე ბესარიონ, სამართლის პრაქტიკული ყოფიერების შემეცნების ცდა უპირატესად ადამიანის უფლებათა ჭრილში, თსუ გამომცემლობა, 2013. გვ. 59
4. ვაშაკიძე გიორგი - სამოქალაქი კოდექსის გართულებულ ვალდებულებათა სისტემა, GTZ 2010. გვ.99
5. ჩიტოშვილი თამარ. უსაფუძვლო გამდიდრების შემთხვევები თეორიისა და პრაქტიკის ჭრილში, „ბონა კაუზა“, 2019. გვ.51
6. ჭანტურია ვლადიმერ. სამოქალაქო სამართალი, ზ/ნ, გამ. „სამართალი“, 2011. გვ.377
7. ცერცვაძე გიორგი. უსაფუძვლო გამდიდრება, გამოქვეყნებულია კრებულში-სახელშეკრულებო სამართალი, ავტორტა კოლექტივი, რედ: სამ. დოქტ. გიორგი ჯუღელი, გამომცემლობა „მერიდიანი“, 2014. გვ.80
8. კონრად ცვაიგერტი, ჰაინ კოტცი - შედარებითი სამართალმცოდნეობის შესავალი კერძო სამართლის სფეროში, თარგმანი ეკატერინე სუმბათაშვილის, ტ-2, 1996 . გვ. 233, 239, 241
9. К. Цвайгерт, Х. Кётц _ Введение в сравнительное правоведение в сфере частного права. Т-2. 1998г. стр 292
10. Herberger/Martinek/Russmann/Weth. Juris PraxisKommentar. BGB,Schuldrecht Band 2.3. herausgegeben von Prof. Dr. Dr.h.c. Helmut Russmann, 3. Auflage, 2006. seite 1193
11. Ломидзе О, Ломидзе Е, _ Возврат полученного по недействительной сделке . виндикация и коидикция, «хозяйство и право», № 5, 2008. 76. ნანახია ქოჩაშვილი ქ. მფლობელობა და საკუთრება - ფაქტი და უფლება სამოქალაქო სამართალში, გამ. შპს „ბონა კაუზა“, 2013. გვ. 215
12. უზენაესი სასამართლოს გადაწყვეტილება, საქმე #ას-838-796-2013, 25 მაისი, 2015წ.

The relationship arising from ungrounded enrichment and the competition of regulatory norms

Tamar Chitoshvili

Doctor of Law, Professor, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Faculty of Law; Yakob Gogebashvili Telavi State University; Davit Agmashenebeli University of Georgia.

T-577 73 48 18; tamar.chitoshvili@yahoo.com; tamar.chitoshvili@tsu.ge

The article represents a revised version of the paper presented at the international conference dedicated to Professor Sergo Jorbenadze's 90th anniversary: "Civil Code of Georgia: Challenges and Prospects of Reforming". The conference was organized under the auspices of the "European Union for Georgia" and "German Cooperation" (November 25-26, 2016, Tbilisi).

Abstract

The paper addresses particular type of legal obligation, an ungrounded enrichment. Undoubtedly, the mentioned legal relationship is associated with certain difficulties, both from a theoretical and practical point of view. The difficulty is conditioned by the problems related to its separation from other types of obligatory as well as property law defined judicial relations. The latter implies protection of property rights and owner's rights, prevention of use and compensation for unreceived benefits. The mentioned problems also appear in relationships related to the cases of ungrounded enrichment, when it comes to the rights and duties of the person enriched on the basis of unjustly received, in addition, the relations of the alleged creditor and the alleged debtor, the received item and the rules and conditions for returning of the benefits received from its use, and etc.

The aim of the paper is to discuss the issues related to the concept of ungrounded enrichment, its types (conditions of fulfillment and non-fulfillment), interrelationship of the norms of the Civil Code of Georgia (CCG), which are in competition in the process of regulation of legal relations arising from property and ungrounded enrichment related events.

The issues discussed in the article are noteworthy for both theorists and practicing lawyers.

Key words: ungrounded enrichment, condition of fulfilment, condition of non-fulfilment, alleged creditor, alleged debtor, benefit, expense.



უპილოტო საფრენი აპარატები და ხელოვნური ინტელექტი ძალიან მაღალი რეზოლუციის რუკათშედგენისა და ობიექტების ავტომატური ამოცნობისათვის

ტყეშელაშვილი ნიკა

დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, tkeshelashvili.nika@gtu.ge, <https://orcid.org/0009-0008-9353-6897>

აბსტრაქტი

მაღალი სივრცული გარჩევადობის აეროფოტოსურათებიდან ობიექტების ამოცნობისა და აციფერის ავტომატიზაცია ერთ-ერთი საკვანძო პრობლემაა დისტანციური ზონდირებისა და ფოტოგრამმეტრიის ამოცანებიდან. წინამდებარე კვლევის ფარგლებში შეფასდა და გამოიცადა უპილოტო საფრენი აპარატებისა და ღრმა სწავლების მოდელების გამოყენების შესაძლებლობა ტრადიციული მეთოდების გაუმჯობესების, მონაცემების სიზუსტის გაზრდისა და მატერიალური დანახარჯების შემცირებისათვის სივრცული მონაცემების მოპოვებისა და დამუშავების პროცესში. საკვლევ ტერიტორიაზე, რომელსაც წარმოადგენს ქალაქი ცაგერი და მიმდებარე სოფელი ჭალისთავი რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონში, dji Mavic 3 უპილოტო საფრენი აპარატის საშუალებით მომზადდა მაღალი გარჩევადობის აეროფოტოსურათები, რომელთა ჯამური ფართობი შეადგენს 128 ჰექტარს. კვლევის ერთ-ერთ ძირითად მიზანს წარმოადგენდა მიღებული ორთოფოტოგეგმებიდან შენობების ავტომატური ამოცნობა და დიგიტალიზაცია, ღრმა სწავლების ალგორითმების გამოყენებით. ამ მიზნის მისაღწევად შეირჩა და გამოიცადა Mask R-CNN ღრმა სწავლების მოდელი. მოდელირების პროცესში გამოყენებულია ციფრული სასიმალო მოდელების ორთოფოტოგეგმებთან ინტეგრაციით მიღებული 4 არხიანი გამოსახულებები, რაც დამატებით ტოპოგრაფიულ კონტექსტს ქმნის მოდელისათვის და პოტენციურად ზრდის მის სიზუსტეს. კვლევის შედეგები აჩვენებს, რომ უპილოტო საფრენი აპარატებისა და ღრმა სწავლების მოდელების ინტეგრირებული გამოყენება მნიშვნელოვნად ამარტივებს და აუმჯობესებს სივრცული მონაცემების მოპოვებისა და დამუშავების პროცესს. კერძოდ, dji Mavic 3 უპილოტო საფრენი აპარატის საშუალებით მივიღეთ 3 სანტიმეტრი სივრცული გარჩევადობის ორთოფოტოგეგმები და ციფრული სასიმალო მოდელები, ხოლო ჩვენს მიერ გაწვრთნილმა Mask R-CNN ღრმა სწავლების მოდელმა აჩვენა 92%-იანი სიზუსტე საკვლევ არეალზე შენობების ამოცნობისათვის.

სტატიაში აღწერილი მეთოდოლოგია და ტექნიკური საფუძვლები წარმოადგენს მომავალი კვლევების განვითარების ბაზისს და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა ამოცანების გადაწყვეტისათვის, მაგალითად როგორცაა, მიწის ადმინისტრირება, სხვადასხვა ინფრასტრუქტურული პროექტები, გარემოს მონიტორინგი, რესურსების მენეჯმენტი და ა.შ. განსაკუთრებით ეს შეიძლება ითქვას საქართველოში არსებული კონტექსტის გათვალისწინებით, როდესაც მაღალი რეზოლუციისა და სიზუსტის სივრცული მონაცემები ხშირად არ არის ხელმისაწვდომი კომპლექსური გარემო-პირობებისა თუ ეკონომიკური ფაქტორების გამო.

საკვანძო სიტყვები: უპილოტო საფრენი აპარატები, ციფრული სასიმალო მოდელი, ორთომოზაიკა, ხელოვნური ინტელექტი, ობიექტების ავტომატური ამოცნობა

შესავალი

აეროფოტოსურათებიდან ობიექტების ამოცნობითა და შემდგომ მათი დიგიტალიზაციით მიღებული მონაცემები მნიშვნელოვანია არაერთი სივრცული პრობლემის გადაჭრისათვის. მათ შორის აღსანიშნავია 3D კადასტრის წარმოება, ურბანული დაგეგმარება, გარემოს მონიტორინგი და ა.შ. (Audebert et al., 2018). ასეთი მონაცემების შეგროვების ტრადიციული მეთოდები, რაც გულისხმობს გამოსახულებებიდან ობიექტების მანუალურ აციფრვას დიდ დროს, მატერიალურ და ადამიანურ რესურსს საჭიროებს, ხოლო ხშირ შემთხვევაში ამ ინფორმაციის სწრაფი შეგროვება და დამუშავება გადამწყვეტი მნიშვნელობისაა.

უკანასკნელ პერიოდში უპილოტო საფრენი აპარატებისა და ხელოვნური ინტელექტის სწრაფი განვითარება და ხელმისაწვდომობის ზრდა ამ ტექნოლოგიების გეოსივრცული კვლევებისა და პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტისათვის ფართომასშტაბიანი გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა.

ტრადიციულად, დედამიწის ზედაპირის დისტანციური ზონდირებისა და ოპტიკური თუ სხვა ტიპის გამოსახულებების მიღებისათვის ძირითად წყაროს წარმოადგენს დედამიწის სადამკვირვებლო თანამგზავრული მისიები და პილოტირებულ საფრენ აპარატებზე განთავსებული სენსორები, რომელთა ექსპლუატაცია და მოპოვებული მასალების სამეცნიერო თუ პრაქტიკული მიზნებით გამოყენება ხშირად გარკვეულ შეზღუდვებთანაა დაკავშირებული. პილოტირებული აპარატებისათვის ეს გამოიხატება მათი ოპერირებისათვის საჭირო მაღალი ხარჯებით, ამინდთან დაკავშირებული შეზღუდვებითა და ადამიანების უსაფრთხოების რისკთან. ხელოვნური თანამგზავრებიდან მოპოვებულ მონაცემები ხშირად დაბალი სივრცითი და დროითი რეზოლუციისა, ხოლო მაღალი გარჩევადობის გამოსახულებები ძვირადღირებულია, რაც ართულებს მათზე წვდომას.

უპილოტო საფრენი აპარატების (დრონების) გამოყენება დისტანციური ზონდირების მიზნებისათვის ნაკლებად ძვირადღირებულ და უფრო პრაქტიკულ ალტერნატივას წარმოადგენს, ვინაიდან ზემოთ ჩამოთვლილი შეზღუდვების უმეტესობა მათზე არ ვრცელდება. სპეციალიზირებული დრონების გამოყენებით, პრაქტიკულად დროითი და სივრცითი შეზღუდვის გარეშე შესაძლებელია ძალიან მაღალი გარჩევადობის (რამდენიმე სანტიმეტრიანი

რეზოლუციის) ორთოფოტოებისა და ციფრული სასიმაღლო მოდელების მიღება (Colomina & Molina, 2014). უპილოტო საფრენი აპარატების ამ უპირატესობების გამოყენებით შესაძლებელი ხდება სწრაფად ცვალებადი ურბანული გარემოს რუკათშედგენა და განხლებული ინფორმაციის მოპოვება, ბუნებრივი კატასტროფებით გამოწვეული ზიანის სწრაფი შეფასება და ა.შ. (Calantropio et al., 2021). მიუხედავად ამისა, მიღებული მასალების სწრაფად და ხარისხიანად დამუშავება ჯერაც გამოწვევად რჩება, განსაკუთრებით დიდი მოცულობის მონაცემების არსებობისას, რაც პროცესის ავტომატიზაციის საჭიროებას განაპირობებს.

ხელოვნური ინტელექტის, ღრმა სწავლების მოდელების ადაპტაცია დისტანციური ზონიდრებით მიღებული გამოსახულების ანალიზისათვის და მათზე ობიექტების ავტომატური ამოცნობისა და დიგიტალიზაციისთვის ინტენსიური კვლევის საგანს წარმოადგენს შესაბამის საერთაშორისო სამეცნიერო წრეებში. უკანასკნელი ათწლეულის განმავლობაში ამ ამოცანებისათვის არაერთი მოდელი და ალგორითმი გამოიცადა.

წინამდებარე კვლევის ფარგლებში განხორციელდა უპილოტო საფრენი აპარატიდან მიღებული აეროფოტოების გამოყენებით ძალიან მაღალი გარჩევადობის ორთოფოტო გეგმებისა და ციფრული სასიმაღლო მოდელების მომზადება ქალაქ ცაგერის ტერიტორიისათვის და მიღებული გამოსახულებებიდან ობიექტების, ამ შემთხვევაში, შენობების ავტომატური ამოცნობისა და აციფრვის შესაძლებლობების გამოცდა ღრმა სწავლების ალგორითმების გამოყენებით.

კვლევის მეთოდები და მასალები

ქალაქი ცაგერი, როემლიც საკვლევ არეალს წარმოადგენს, რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონში მდებარეობს და ცაგერის მუნიციპალიტეტის ადმინისტრაციული ცენტრია. ქალაქის ტერიტორიის ფართობი დაახლოებით 16.8 კმ²-ია, ხოლო მოსახლეობის რაოდენობა 2014 წლის აღწერით 1320 კაცს შეადგენს.

ქალაქ ცაგერის მდებარეობა, განაშენიანების თავისებურებები, ტოპოგრაფიული მახასიათებლები, აგრეთვე ურბანული და რურარული გარემოს მიქსი ხელსაყრელია წინამდებარე კვლევის მიზნების განსახორციელებლად და გამოსაცდელი მეთოდების ეფექტურობის შესაფასებლად საქართველოს პირობებისათვის.

კვლევაში გამოყენებული აეროფოტოსურათები მოპოვებულია 2024 წლის ივნისში ჩატარებული სავლეთ ექსპედიციის ფარგლებში ქალაქ ცაგერსა და მიმდებარე სოფელ ჭალისთავში, dji Mavic 3 უპილოტო საფრენი აპარატით განხორციელებული ფრენების შედეგად.

dji Mavic 3 წარმოადგენს მცირე ზომის (C1 კლასი) კვად-კოპტერს, რომელიც აღჭურვილია მაღალი გარჩევადობის სენსორის მქონე RGB კამერით. კამერის მონაცემები ნაჩვენებია ცხრილი 1-ში. დროს გააჩნია GNSS მხარდაჭერა (GPS, Galileo, BeiDou). თუმცა, ორთომოზაიკების სანტიმეტრის დონეზე რეფერენსირების, ფარდობითი და გლობალური სიზუსტის გასაზრდელად, გადაღებების დროს მოეწყო საკონტროლო წერტილები, რომელთა კოორდინატები განისაზღვრა Emlid Reach RS 2+ მაღალი სიზუსტის GNSS მობილური მიმღების საშუალებით. აეროგადაღებების ფარგლებში, რომელიც ქალაქ ცაგერსა და სოფ. ჭალისთავში სამ

სხვადასხვა არეალზე განხორციელდა, ჯამში დაიფარა 128 ჰექტარი ტერიტორია. ფრენის სიმაღლე მიწის ზედაპირიდან შეადგენდა 120 მეტრს, სიჩქარე - დაახლოებით 8.5 მ/წმ. ფრენის ტრაექტორიის მაგალითი ერთ-ერთი არეალისათვის მოცემულია ფიგურა 1-ზე.



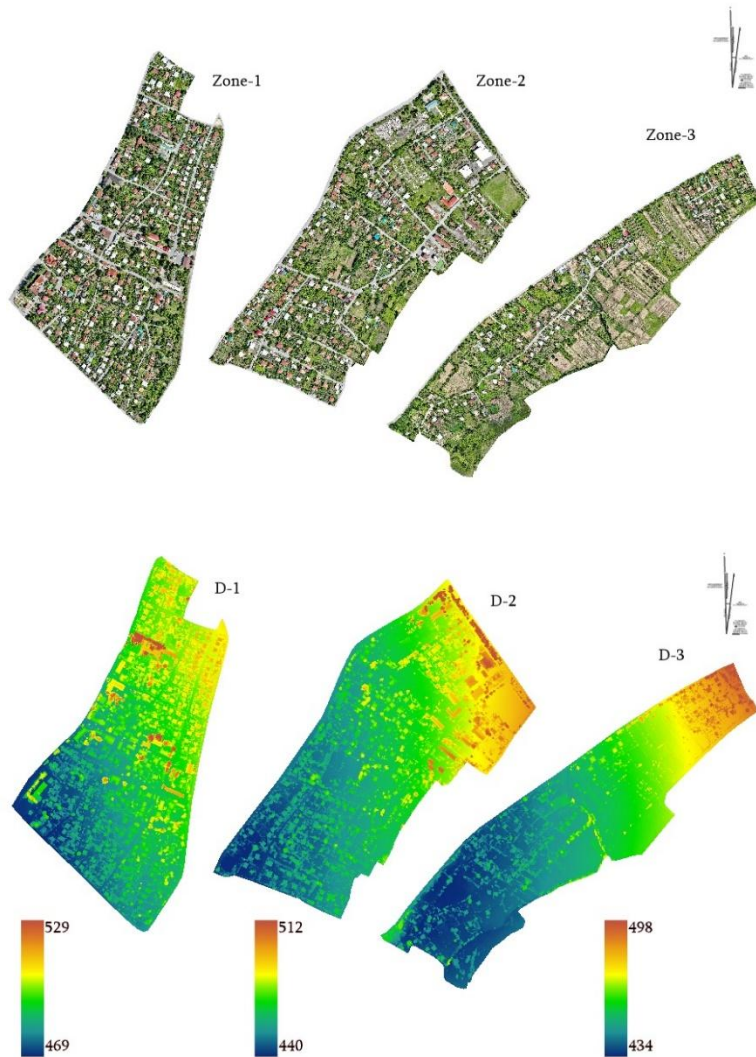
ფიგურა 1. ფრენის ტრაექტორია Zone-2 ორთოფოტოსათვის

სულ შეგროვდა 1600 აეროფოტოსურათი, რომელთა ფოტოგრამმეტრული დამუშავების, ორთოფოტო და ციფრული სასიმაღლო მოდელების გენერაციისათვის გამოვიყენეთ Agisoft Metashape Professional 1.8 პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალება.

სენსორი	4/3 CMOS, ეფექტური პიქსელები: 20 MP
ლინზა	ხედვის არე: 84° ფორმატი: 24 მმ დიაფრაგმა: f/2.8 - f/11
ჩამკეტის სიჩქარე	8-1/8000 წმ
მაქს. გამოსახულების ზომა	5280×3956

ცხრილი 1. dji Mavic 3 კამერის სპეციფიკაციები

აეროფოტოსურათების დამუშავების შედეგად თითოეული ფრენის არეალისათვის მივიღეთ ძალიან მაღალი გარჩევადობის (პიქსელის ზომა - 3 სმ) ორთომოზაიკები და ციფრული სასიმაღლო მოდელები (ფიგურა 2).



ფიგურა 2. მიღებული ორთოფოტო გეგმები და ციფრული სასიმალო მოდელები

გამოსახულებებიდან ობიექტების ავტომატური ამოცნობისა და შენობების დიგიტალიზაციისათვის შეიქმნა Mask R-CNN (Mask Region-based Convolutional Neural Network) (He et al., 2017) ღრმა სწავლების მოდელი. მოდელს შეუძლია როგორც ობიექტების ამოცნობა, ისე გამოსახულების სეგმენტაცია პიქსელის დონეზე და წარმოადგენს მანამდე არსებული Faster R-CNN ღრმა სწავლების მოდელის მოდიფიცირებულ ვარიანტს, რომლის გამოყენებაც შესაძლებელი იყო მხოლოდ ობიექტების ამოცნობისათვის, მაგრამ არა სეგმენტაციისთვის. Mask R-CNN-ის სეგმენტაციის შტო თითოეულ ინტერესის რეგიონზე ცალკეული კლასებისათვის წარმოქმნის ზონებს $m \times m$ ზომით. ზონის პროგნოზირებისათვის გამოიყენება სიგმოიდის აქტივაციის ფუნქცია:

$$M_{i,j}^{\wedge} = \sigma(W * X + b) \quad (1)$$

სადაც, $M_{i,j}^{\wedge}$ წარმოადგენს პროგნოზირებული ზონის პიქსელების მნიშვნელობებს თითოეული კლასისათვის.

პროგნოზირებული ზონის შემადგენელი პიქსელებისათვის გამოყენებულია ბინარული ჯვარედინი ენტროპიის დანაკარგის ფუნქცია, რომელიც გამოიხატება ფორმულით (2):

$$L_{mask} = - \frac{1}{m^2} \sum_{i,j} [M_{i,j} \log(M_{i,j}^{\wedge}) + (1 - M_{i,j}) \log(1 - M_{i,j}^{\wedge})] \quad (2)$$

სადაც, m ასახავს პიქსელების რაოდენობას საპროგნოზო ზონაში, ხოლო $M_{i,j}$ - საწვრთნელი მონაცემების ბინარულ ფენას.

მოდელისათვის ოპტიმალური ჰიპერპარამეტრები შეირჩა რამდენიმე ვარიაციის გამოყენებით ექსპერიმენტირების საფუძველზე. შერჩეული პარამეტრები მოცემულია ცხრილი 2-ში.

პარამეტრი	მნიშვნელობა
ქსელი	Mask R-CNN
ხერხემალი	ResNet-101
სწავლების სიჩქარე	0.001
ნაკრების ზომა	4
ეპოქა	70
შემავალი გამოსახულების ზომა	128 x 128
მომენტუმი	0.9
წონის შემცირება	0.0001
აუგმენტაცია	ამობრუნება, როტაცია, სკალირება
დანაკარგის ფუნქცია	ჯვარედინი ენტროპია

ცხრილი 2. მოდელისათვის შერჩეული პარამეტრები

მოდელის გასაწვრთნელად გამოვიყენეთ Zone-1 ორთომოზაიკიდან ხელით აციფრული შენობების მოხაზულობები (ფიგურა 3), საიდანაც აიციფრა 330 შენობა-ნაგებობა. გარდა ამისა, Zone-1 და Zone-3, არსებული შენობა-ნაგებობებით, წარმოადგენს საწვრთნელ და ვალიდაციის მონაცემებს 70% / 30% თანაფარდობით, ხოლო Zone-2 გამოყენებულია როგორც სატესტო არეალი გაწვრთნილი მოდელის შესაფასებლად.

გამოსახულებებიდან შენობების ავტომატური ამოღება დაკავშირებულია რიგ სირთულეებთან, რომელთაგან აღსანიშნავია საკვლევ ტერიტორიაზე წარმოდგენილი შენობების კომპლექსური ფორმა, ზომა, ტექსტურა, ფერი და სახურავის მასალა, აგრეთვე ისეთი ობიექტების არსებობა, როგორცაა ხეები და ჩრდილები აეროფოტოსურათებზე. მოდელის წარმადობის გასაზრდელად და არასწორად პროგნოზირებული შენობების რაოდენობის შესამცირებლად ორთოფოტოებთან, რომლებიც 3 სპექტრული არხისაგან (RGB) შედგება, განხორციელდა ციფრული სასიმალო მოდელების კომბინირება. შედეგად მივიღეთ 4 არხიანი (RGBD) გამოსახულებები, რომლებიც მოდელს აწვდის არამხოლოდ სპექტრულ, არამედ ტოპოგრაფიულ ინფორმაციასაც, რაც მნიშვნელოვანი მდგენელია ცვალებადი რელიეფის პირობებში.

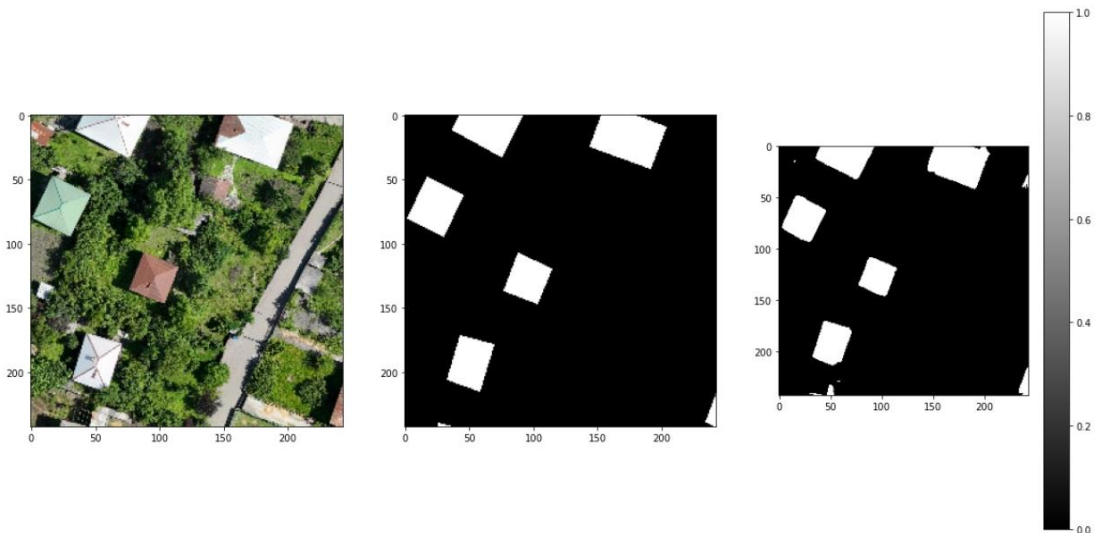


ფიგურა 3. ორთომოზაიკა (Zone-1) აციფრული შენობების გადაფარვით

მიღებული 4 არხიანი გამოსახულებები ცხრილი 2-ში მოცემული სიდიდის შესაბამისად დაიჭრა 128X128X1 პიქსელის ზომის ფრაგმენტებად. რაოდენობის გასაზრდელად და მრავალფეროვანი კონტექსტის შესაქმნელად განხორციელდა ამ მონაცემების აუგმენტაცია, მათ შორის გამოსახულებების როტაცია, სკალირება და ა.შ.

კვლევის შედეგები

Mask R-CNN ღრმა სწავლების მოდელის გაწვრთნის, ოპტიმიზაციისა და შედეგების შეფასებისათვის გამოვიყენეთ Tensorflow Keras V2.16.1 მოდული. ვალიდაციის მონაცემთა ნაკრების ერთ-ერთი ფრაგმენტისათვის პროგნოზირების შედეგი ნაჩვენებია ფიგურა 4-ზე.



ფიგურა 4. მარცხნიდან მარჯვნივ: 1. RGBD გამოსახულების ფრაგმენტი; 2. ხელით აციფრული შენობები; 3. მოდელის პროგნოზირებული შენობები

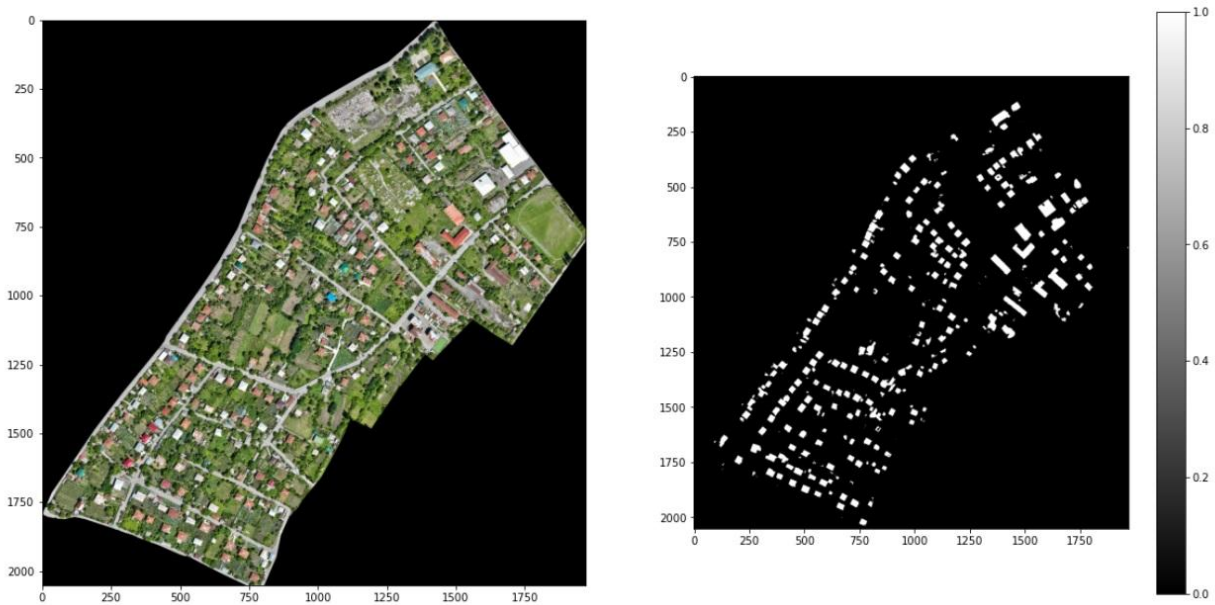
ცხრილი 3-ში მოცემულია მიღებული მოდელის წარმადობის შეფასების საზომები სატესტო მონაცემთა ნაკრებისათვის (Zone-2) შესაბამისი მნიშვნელობებით. მოდელმა წარმატებით მოახერხა გამოსახულებაზე არსებული ობიექტებიდან შენობების იდენტიფიცირება 92%-იანი სიზუსტით, რაც საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

საზომი	მიღებული მნიშვნელობები	განსაზღვრება
Precision	0.92	აღმოჩენილი ობიექტების 92% სწორად იდენტიფიცირდა როგორც შენობა
Recall	0.84	სატესტო გამოსახულებაზე ფაქტობრივად არსებული შენობების 84% იდენტიფიცირდა სწორად
IoU	0.77	პროგნოზირებული და საწვრთნელი შენობების საზღვრის ჩარჩოების თანხვედრის მაჩვენებელი
F1-Score	0.89	მიღებული Mask R-CNN მოდელის საერთო ეფექტურობა საკვლევი არეალისათვის

ცხრილი 3.

მიღებული მოდელის წარმადობის მაჩვენებლები

როგორც ზემოთ აღინიშნა, სატესტო მონაცემს წარმოადგენდა Zone-2 ორთომოზაიკა, რომელიც მოდელს არასდროს „უნახავს“. გამოსახულება ჯამში მოიცავს 450-ზე მეტ განსხვავებული ზომის, ფორმის, შეფერილობისა თუ დანიშნულების შენობა-ნაგებობას. ფიგურა 6-ზე ნაჩვენებია Zone-2 ორთომოზაიკა, მოდელის მიერ აღმოჩენილი შენობების რასტრულ გამოსახულებასთან ერთად.



ფიგურა 5. სატესტო ორთომოზაიკა და მოდელის პროგნოზირების შედეგები

გამოსახულებებზე (ფიგურა 4 და ფიგურა 5) ჩანს, რომ ჩვენს მიერ გაწვრთნილმა მოდელმა როგორც ვალიდაციის, ისე სატესტო მონაცემთა ნაკრებისათვის უმეტესად მაღალი სიზუსტით აღმოაჩინა შენობა-ნაგებობები, ხოლო სხვა ობიექტები, როგორცაა ღობეები, გზები, ხეები და ა.შ. სწორად მიიჩნია უკანა ფონის სიდიდეებად.

მიუხედავად ამისა, რიგ შემთხვევებში მოდელს მაინც გაუჭირდა ზოგიერთი ხე-მცენარეებით დაფარული და მცირე ზომის შენობების აღმოჩენა (განსაკუთრებით, როცა მათ მიმდებარედ წარმოდგენილია უფრო დიდი ზომის შენობები). გამოსახულების დაჩრდილულ ან პირიქით, გადანათებულ არეალებზე და კომპლექსური უკანა ფონის პირობებში აღმოჩენილი შენობების ნაწილს ჰქონდა არაწესიერი ფორმები. დრონით მიღებულ გამოსახულებაზე, მისი ძალიან მაღალი სივრცული რეზოლუციიდან გამომდინარე, ბევრი მცირე ზომის ობიექტია გარჩევადი. ამ მცირე დეტალებს ზოგჯერ გააჩნია „ხმაურის“ ეფექტი, რაც დამატებით სირთულეს ქმნის შენობის კიდებების გარემომცველი ობიექტებისგან განსხვავების პროცესში. ასევე, რამდენიმე მონაკვეთზე, ძირითადად ასფალტისა და ბეტონის საფარის მქონე გზის ფრაგმენტები არასწორად კლასიფიცირდა შენობად, რაც განპირობებულია ამ ობიექტების ტექსტურული, სტრუქტურული და სპექტრული მსგავსებით. ხშირ შემთხვევაში ეს მსგავსებები დაბალანსდა ციფრული სასიმაღლო მოდელის ინტეგრაციის საშუალებით.

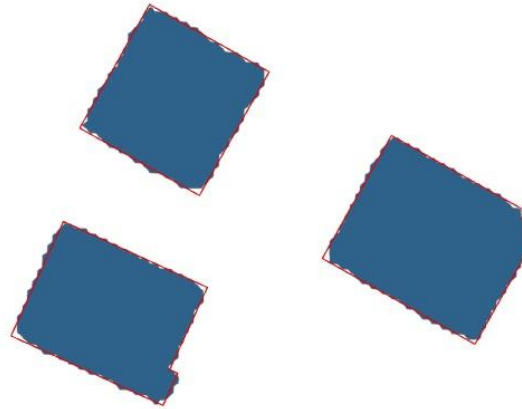


ფიგურა 6. აღმოჩენილი შენობებების მოხაზულობები გადაფარული ორთომოზაიკის ფრაგმენტზე

ფიგურა 6-ზე ნაჩვენებია Zone-2 ორთომოზაიკის ფრაგმენტი მოდელის მიერ აღმოჩენილი შენობების გადაფარვით. ფრაგმენტზე წარმოდგენილია 16, უმეტესად საცხოვრებელი შენობა. როგორც გამოსახულებიდან ჩანს, 16 შენობიდან მოდელმა მაღალი სიზუსტით ამოიცნო თორმეტი, საერთოდ გამორჩა ორი (შენობა 3 და 11), ხოლო კიდევ ორი შენობის (4, 15) მოხაზულობა მნიშვნელოვნად აცდენილია ფაქტობრივ მდგომარეობას, რაც განპირობებულია ზემოთ აღწერილი გარემოებებით.

Mask R-CNN მოდელის მიერ პროგნოზირებული შენობების მთლიანი ფაილი მიიღება რასტრულ ფორმატში, სადაც პიქსელები მნიშვნელობით 1 შეესაბამება შენობა-ნაგებობებს, ხოლო მნიშვნელობით 0 - ყველა დანარჩენ ობიექტს გამოსახულებაზე (ფიგურა 6). შენობების ფენის სხვადასხვა დანიშნულებისამებრ გამოყენებისა და GIS-ში მანიპულაციისათვის განხორციელდა რასტრის კონვერტაცია პოლიგონალურ შეიპფაილებად. ვექტორიზაციის შედეგად მიღებულ შენობის პოლიგონებს გააჩნიათ გარკვეული არტეფაქტები და არასრულყოფილი ფორმები, მათ შორის რასტრული ფენის სპეციფიკიდან გამომდინარე. აღნიშნული უზუსტობების გამოსასწორებლად დამატებით განხორციელდა შენობების ვექტორული ფენის რეგულარიზაცია ე.წ. ხაზის კომპრესიის ალგორითმის (Gribov, 2019) გამოყენებით.

შენობის მოხაზულობა რეგულარიზაციის შემდეგ
შენობის მოხაზულობა რეგულარიზაციამდე



ფიგურა 7. შენობის პოლიგონების რეგულარიზაციის შედეგი

დამუშავების შედეგი და განსხვავება დამუშავებამდე არსებულ შენობების მოხაზულობას შორის მოცემულია ფიგურა 7-ზე. რეგულარიზაციის ეტაპის შედეგად მიღებული შენობების ვექტორული ფენა, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს შენობების ინვენტარიზაციის, ციფრული რუკების მომზადების, სხვადასხვა გეოგრაფიულ მონაცემებთან ინტეგრაციისა და სხვა გეოსივრცული ამოცანებისათვის.

დასკვნა

მოცემული კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ერთის მხრივ, უპილოტო საფრენი აპარატებით ძალიან მაღალი გარჩევადობის ორთოფოტოგეგმების მომზადების, ხოლო მეორეს მხრივ, მიღებული გამოსახულებებიდან ხელოვნური ინტელექტის მოდელების გამოყენებით ობიექტების ავტომატური ამოცნობისა და აციფვრის შესაძლებლობების შეფასება საქართველოს პირობებისათვის. ამ მიზნების განსახორციელებლად გამოყენებული dji Mavic 3 უპილოტო საფრენი აპარატის საშუალებით მივღეთ 3 სანტიმეტრიანი სივრცული რეზოლუციის ორთომოზაიკები და ციფრული სასიმაღლო მოდელები ქალაქ ცაგერისა და სოფელ ჭალისთავის 128 ჰექტარი ტერიტორიისათვის. გამოსახულებებიდან შენობების ავტომატური ამოცნობისათვის გამოიცადა Mask R-CNN ღრმა სწავლების მოდელი, სხვადასხვა ჰიპერპარამეტრების კომბინაციით. საბოლოოდ შერჩეულმა მოდელმა აჩვენა 92%-იანი საერთო სიზუსტე საკვლევ არეალზე შენობების ამოცნობისათვის.

მიუხედავად წინა თავებში განხილული ლიმიტაციებისა, შეიძლება ითქვას, რომ სტატიაში აღწერილი მეთოდოლოგიის გამოყენებით ეფექტურადაა შესაძლებელი სხვადასხვა სივრცული მონაცემების სწრაფად და ნაკლები მატერიალური დანახაჯებით მოპოვება ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით. კვლევის შემდგომი ეტაპებისათვის რეკომენდირებულია უპილოტო საფრენი აპარატებით აეროფოტოსურათების მოპოვების და დამუშავების განსხვავებული ტექნიკის დასატესვა სხვადასხვა გარემო-პირობებში, აგრეთვე უფრო ღრმა ქსელების და პარამეტრების ვარიაციების გამოცდა განსხვავებული ობიექტების ავტომატური დეშიფრირებისათვის.

2. გამოყენებული ლიტერატურა

Audebert, N., Le Saux, B., & Lefevre, S. (2018). Beyond RGB: Very high resolution urban remote sensing with multimodal deep networks. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 140, 20-32. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.11.011>

Calantropio, A., Chiabrando, F., Codastefano, M., & Bourke, E. (2021). DEEP LEARNING FOR AUTOMATIC BUILDING DAMAGE ASSESSMENT: APPLICATION IN POST-DISASTER SCENARIOS USING UAV DATA. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, v-1-2021, 113-120. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-V-1-2021-113-2021>

Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned Aerial Systems for Photogrammetry and Remote Sensing: A Review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013>

Gribov, A. (2019). Optimal Compression of a Polyline While Aligning to Preferred Directions. *International Conference on Document Analysis and Recognition Workshops (ICDARW)*, (pp. 98-102). Sydney, NSW, Australia. <https://doi.org/10.1109/ICDARW.2019.00022>

He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2017). Mask R-CNN. *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, (pp. 2980-2988). Venice, Italy. <https://doi.org/10.1109/ICCV.2017.322>

UAVs and AI for Very High Resolution Map Creation and Automatic Object Detection

Abstract

Automation of object detection and extraction from VHR aerial imagery for high definition mapping is significant challenge for various remote sensing and photogrammetry applications. This study investigates the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and Deep Learning models to enhance the traditional, manual methods and increase accuracy and efficiency of spatial data acquisition and processing. The dji Mavic 3 UAV was used to capture high-resolution aerial images over a 128 hectare area in town Tsageri and village Chalistavi, located in the Racha-Lechkhumi and Lower Svaneti region, Georgia.

One of the main objective of this research was to detect and extract building footprints from generated orthomosaics using deep learning techniques. The Mask Region-based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN) was employed for this task. To further improve the model's performance, Digital Elevation Models were integrated with the orthomosaics, resulting in a four-channel raster that provided additional topographical context for more accurate building extraction.

The findings indicate that the integration of Unmanned Aerial Vehicles and Deep Learning technics offers significant improvements in acquisition and processing efficiency of geospatial data. Namely, we were able to create VHR orthomosaics with spatial resolution of 3.2 cm using dji Mavic 3 UAV. Trained Mask R-CNN model showed 92% precision for building prediction in the study area. Methods and technics described in this paper have important implications for various applications, including land administration, infrastructure development and environmental management. Methodology used in present study provides a valuable framework for future researches and practical applications, especially in such developing and mountainous countries as Georgia, where high-resolution and accurate spatial data is often unavailable due to complex environmental conditions and economic factors.

Keywords: UAVs, DEM, Orthomosaic, Artificial Intelligence, Automatic object detection

სტევის კულტურის აგროტექნოლოგია საქართველოში

იზოლდა მამულაიშვილი¹, ეკატერინე გობრონიძე²

¹სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი; ა(ა)იპ საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ჩაის, სუბტროპიკული კულტურებისა და ჩაის მრეწველობის ინსტიტუტი; ²ტექნიკის აკადემიური დოქტორი; ა(ა)იპ საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ჩაის, სუბტროპიკული კულტურებისა და ჩაის მრეწველობის ინსტიტუტი

ელ. ფოსტა: zvaneli@rambler.ru; egobronidze1976@gmail.com

აბსტრაქტი

ნაშრომში მოცემულია დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკული ზონის პირობებში სტევის კულტურის ინტროდუქციის და აგროტექნოლოგიური მიმართულებით ჩატარებული მრავალწლიანი კვლევის შედეგები. შესწავლილია მინდვრის სავეგეტაციო და ვეგეტატიური გამრავლების კამერებში აზოტიანი და ორგანულ-მინერალური სასუქების გავლენა სტევის პროდუქტიულობაზე, ნიადაგსა და მცენარეში მიმდინარე პროცესებზე. დადგენილია საკვები ელემენტების ოპტიმალური შეფარდება და ოპტიმალური დოზები, მცენარის ვეგეტატიური გამრავლებისა და სადედე პლანტაციების გაშენების აგროტექნიკური სისტემები. შესწავლილია მცენარის ვეგეტატიური გამრავლებისთვის საკვები არე და დადგენილია ეფექტური სუბსტრატი. შესწავლილია სტევის ქიმიურ-ტექნოლოგიური მაჩვენებლები და ნედლეულის შენახვა-გადამუშავების ტექნოლოგიური პარამეტრები. მიღებული ხანგრძლივი, მრავალწლიანი მონაცემების საფუძველზე დადგენილია საქართველოს სუბტროპიკების აგროეკოლოგიური პირობების შესაბამისობა სტევის კულტივირებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: სტევია, ბიომეტრიული მაჩვენებლები, პროდუქტიულობა, მინერალური და ორგანული სასუქები, ქიმიურ-ტექნოლოგიური მახასიათებლები

შესავალი. გლობალური დათბობის შედეგები. კერძოდ, საშუალო ტემპერატურის ზრდა, ნალექების რაოდენობის და მისი განაწილების ცვლილება მცენარის სავეგეტაციო პერიოდში, სერიოზულ გავლენას ახდენს სოფლის მეურნეობის მდგრადობაზე, მცირდება მოსავალი, ნადგურდება მცენარეთა და ცხოველთა სახეობები, იზრდება დაავადებათა რიცხვი [1 - 3]. ბუნების დაცვითი ღონისძიებების სწორი მართვით შესაძლებელია კლიმატური ცვლილებების

უარყოფითი გავლენის და მოსალოდნელი ეკოლოგიური პრობლემების თავიდან აცილება ან შესუსტება. აგრარულ სფეროში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულებაა შეცვლილ კლიმატური პირობებთან შესატყვისი ახალი ჯიშებისა და კულტურების მოვლა-მოყვანის და გადამუშავების ეკოლოგიზირებული ტექნოლოგიების შემუშავება და ათვისება.

თანამედროვე პერიოდში გლობალური პრობლემებიდან გამომდინარე, რომელიც კაცობრიობას აწუხებს ერთ-ერთს შაქრიანი დიაბეტი წარმოადგენს. მისი გავრცელების მზარდი დინამიკის გამო მეტად აქტუალურია დაბალკალორიული, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უვნებელი მცენარეული წარმოშობის ბუნებრივი დამატკობლების ძიება. ერთ-ერთ ასეთ ბუნებრივ დამატკობელს წარმოადგენს **სტევია - ორფოთოლა ტკბილი (Stevia Rebaudiana Bertoni)**.

სტევია საქართველოსთვის არატრადიციული, ნაკლებად გავრცელებული ტროპიკული, ბალახოვანი მცენარეა. მიეკუთვნება რთულყვავილოვანთა ოჯახს. იგი წარმოადგენს ყოველწლიურად კვდომადი და ხელახლა მზარდი, წვრილი, ოდნავ განშტოებული, ბუსუსიანი, ზედა ნაწილში საკმაოდ ძლიერ დატოტიანებულ ღეროების მქონე მრავალწლიან ბალახოვან მცენარეს. სამშობლო მისი პარაგვაია. გავრცელებულია ბრაზილია, ჩინეთი, იაპონია, ვიეტნამი, ტაილანდი, მალაზია, კორეა, ლაოსში, ასევე გავრცელებულია უკრაინაში, მოლდავეთში, უზბეკეთში, რუსეთში. სხვადასხვა ქვეყნებში წარმოებული პროდუქცია ძირითადად იაპონიაში ექსპორტირდება. სტევიის მცენარისადმი ინტერესი გამოწვეულია მის ფოთოლსა და ღეროში ტკბილი გემოს მქონე ნაერთების შემცველობით, რომელიც წყალში ხსნადი დიტერპენული გლუკოზიდებია, ძირითადია სტევიოზიდი და რეზაუდიოზიდი, რომელიც 100-300-ჯერ უფრო ტკბილია, ვიდრე საქაროზა. სტევიის პროდუქტები გამოიყენება საკვები დანამატის სახით, როგორც დიაბეტის საწინააღმდეგო- პროფილაქტიკური საშუალება.

სტევიის ნერგების შემოტანა საქართველოში 1986 წელს განხორციელდა ჩაის, სუბტროპიკული კულტურებისა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ უკრაინასთან, დამეგობრებული შაქრის ჭარხლის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტიდან. ამ პერიოდიდან იწყება ამ კულტურაზე თანმიმდევრული კვლევითი და ტექნოლოგიური ხასიათის სამუშაოები ინსტიტუტის განთავსების ადგილზე ოზურგეთში, ანასეულში, ასევე მის საცდელ ბაზებზე ჩაქვი, ფოთში და სოხუმში.

კვლევის მიზანია:

- სტევიის გავრცელების შესაძლებლობის შესწავლა დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკებში - კლიმატური და ნიადაგური პირობების მიმართ მცენარის მოთხოვნილების, მისი შეგუების ხარისხის, ზრდის დინამიკის და გადაზამთრების ხარისხის დადგენა;
- ბუნებრივი ორგანულ-მინერალური სუბსტრატების გავლენის შესწავლა მცენარის დაფესვიანებაზე, პროდუქტიულობასა და ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე;
- მინერალური და ორგანული სასუქების შეფარდებისა და დოზების გავლენა სტევიის პროდუქტიულობაზე, სავეგეტაციო და მინდვრის ცდის პირობებში;
- ნედლეულის ქიმიური და-ტექნოლოგიური მახასიათებლების შესწავლა;

კვლევის ობიექტი და მეთოდები. კვლევები ჩატარდა ანასეულისა და ნატანები-წვერმაღალას წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგებზე, გასნსხვავებულ მიკროკლიმატურ პირობებში. ისწავლებოდა ერთი მხრივ, მცენარის გავრცელების შესაძლებლობა, მისი მორფოლოგია, გადაზამთრების ხარისხი, გადახურვის სხვადასხვა მეთოდების პირობებში და მეორე მხრივ, მინერალური სასუქების სხვადასხვა შეფარდებისა და აზოტ, - ფოსფორ, - კალიუმისანი სასუქების ოპტიმალური დოზების გავლენ ნიადაგსა და მცენარეში მიმდინარე პროცესებზე, მცენარისა და ნედლეულის ქიმიურ-ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებზე.

კვლების შედეგები და მათი განხილვა. მრავალწლიანი ექსპერიმენტალური კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ სტევიის ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელი პირობაა მისი ყინვებისაგან დაცვის პირდაპირი და არაპირდაპირი ღონისძიებების გამოყენება, როგორცაა მცენარეთა სწორი გაადგილება, ქარსაფარი ზოლების არსებობა ან მოწყობა, მცენარის ჯიში . ასევე ისეთი მოვლითი ღონისძიებების ჩატარება, როგორცაა ნიადაგის დამუშავება, საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფა, მავნებელ-დაავადებებთან ბრძოლა, ნიადაგში წყლისა და თერმული რეჟიმების რეგულირება. კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ მცენარის აქტიური ზრდის პერიოდი აღინიშნება ივნის-ივლისში, ამავდროულად წვერმაღალას პირობებში მცენარეების ვეგეტაცია 10 დღით ადრე იწყება ვიდრე ანასეულში. ბიომეტრიული მაჩვენებლების შესწავლამ ზრდის პირველ პერიოდში დაგვანახა, რომ წვერმაღალას პირობებში მცენარეები ხასიათდებიან 1,5-2-ჯერ მეტი პროდუქტიულობის მაჩვენებლებით (მცენარის სიმაღლე, ფოთლის რაოდენობა, ბუჩქის საშუალო წონა, ღეროს რაოდენობა), რაც იმაზე მიგვანიშნებს, რომ სტევიის განვითარებისთვის მალიმიტირებელი ფაქტორია სითბო. სავეგეტაციო პერიოდში სტევიის მცენარის აგრობიოლოგიური თავისებურებების შესწავლის მიზნით დავადგინეთ ოპტიმალური პარამეტრები, რომელიც უზრუნველყოფს მაღალხარისხოვანი მოსავლის მიღებას. საველე ცდის პირობებში (ანასეული) გამოვყავით 273 ძირი სტევიის მცენარე, რომელიც გაშენებული იყო 0,70 X 0,30 მ სიხშირით, ისაზღვრებოდა მცენარის მთლიანი ბიომასა და ერთი მცენარის საშუალო წონა ვეგეტაციის განმავლობაში - ივლისიდან ოქტომბრის ჩათვლით. მოსავლის აღებას ხდებოდა სამ ვადაში: 5 ივლისი, 3 სექტემბერი და 1 ნოემბერი. ცხრილში 1 მოყვანილი ექსპერიმენტალური მონაცემებიდან ჩანს, რომ პირველი აღების მცენარის მთლიანი ბიომასა 33,95 გ - ს შეადგენს. მეორე აღების მოსავალი აღწევს 43,69 გ-ს. მოსავლის მესამე აღებისას აღინიშნება ბიომასის კლება. მაშასადამე, ივლისის დასაწყისში მიღებულია საერთო პროდუქტიულობის თითქმის 33 %, მეორე ვადაში ეს მაჩვენებელი იზრდება და აღწევს მოსავლის 42,36 %-ს, ხოლო მესამე ვადის წილი კი შეადგენს 25%-ს. ანასეულში მინდვრის ცდის პირობებში დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ ვეგეტაცია იწყება აპრილში, გრძელდება ივნის-ივლის-აგვისტოში, ხოლო შემდეგ სექტემბერსა და ნოემბერში თანდათანობით კლებულობს.

სტევიის ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს მისი ყინვებისაგან დაცვის ღონისძიებანი. მცენარეთა ეფექტიანობას განსაზღვრავს ოთხი ძირითადი პირობა: სითბოთი უზრუნველყოფა, ყინვების სიძლიერე და განმეორებითობა (ყინვასაშიშროების ხარისხი), ნიადაგისა და ჰაერის ტენიანობა, მცენარეთა კლიმატური და სავეგეტაციო რიტმთან

შესაბამისობის ხარისხი, გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ გადახურვის გარეშე დატოვებული მცენარეების გამოზამთრების პროცენტი 55,4%-ს შეადგენს, ხოლო გადახურვა პოლიეთილენის აფსკით პირობებში - 92,8%, გადახურვა უქსოვადი ქსოვილით „ციტრუსი“ პირობებში - 93,3%, მიწის შემოყრით - 70,3 %. ეს მონაცემები მეტყველებს, რომ საწარმოო მიზნებისთვის ყველაზე საიმედო და ეკონომიურად გამართლებულია ბუნებრივ პირობებში მცენარეზე მიწის შემოყრით გადაზამთრების მეთოდი [5].

ცხრილი 1. მცენარის ბიომასის ცვლილება მოსავლის აღების სხვადასხვა პერიოდში

#	საცდელი ნაკვეთის მდებარეობა	მცენარის რაოდენობა, ცალი	I ვადა 5.VIII		II ვადა 3. IX		III ვადა 1.X		ჯამი გ / %
			მცენარის წონა, გ / %	ერთი მცენარის წონა, გ	მცენარის წონა, გ /%	ერთი მცენარის წონა, გ	მცენარის წონა, გ /%	ერთი მცენარის წონა, გ	
1	ანასეული	273	33,95 / 32,91	0,1243	43,69 / 42,30	0,16	25,5 / 24,72	0,09 34	103,14 100 %

სტევიის რაციონალური განოყიერების სისტემის დადგენისათვის აუცილებელი პირობაა მცენარის საკვები ელემენტებისადმი მოთხოვნილების შესწავლა, ნიადაგსა და მცენარეში საკვები ელემენტების დადგენა, რომელთა საფუძველზედაც განისაზღვრება მინერალური და ორგანული სასუქების დოზები. სავეგეტაციო ცდის პირობებში წითელმიწა ნიადაგებზე პირველად იქნა შესწავლილი სტევიის მოთხოვნილება საკვები ელემენტების მიმართ. ასევე დადგენილ იქნა მინერალური სასუქების ოპტიმალური შეფარდება მოსავლიანობის გაზრდის თვალსაზრისით. სავეგეტაციო ცდა ჩატარდა 7 კგ ტევადობის მქონე სავეგეტაციო ჭურჭლებში. აზოტიანი სასუქებიდან ცდაში ისწავლებოდა ამონიუმის გვარჯილა, ფოსფორიანი სასუქებიდან - სუპერფოსფატი, კალიუმისანი სასუქებიდან 50-60%-იანი კალიუმის ქლორიდი. შესაბამისად დოზები: აზოტი - 0,1 გ 1 კგ ნიადაგში, P₂O₅ - 0,1 გ 1 კგ ნიადაგში, K₂O - 0,1 გ 1 კგ წითელმიწა ნიადაგში. ცხრილში 2 მოყვანილი კვლევის შედეგებიდა ჩანს, რომ სტევიის პროდუქტიულობის ამაღლების აუცილებელი პირობაა მინერალური სასუქების გამოყენება. მცენარე გარკვეულ რეაგირებას ახდენს აზოტიანი სასუქების გაზრდილი კონცენტრაციებისადმი. მცირდება როგორც მიწისზედა ნაწილის, ასევე ფესვთა სისტემის მასა, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისთვის აუცილებელი პირობაა საკვები ელემენტების ოპტიმალური შეფარდება. ეს შედეგი მიიღწევა დია აზოტის ერთმაგი, ფოსფორის ორმაგი და კალიუმის ერთმაგი დოზის გამოყენების პირობებში მაქსიმალურ პროდუქტიულობის უზრუნველყოფით.

ცხრილი 2. სტევიის პროდუქტიულობაზე მინერალური სასუქების დოზების გავლენა

#	ცდის ვარიანტი	მიწისზედა ნაწილის წონა, გ	%	მატება უსასუქო ვარიანტთან შედარებით, გ	ფესვთა სისტემის წონა, გ	%	მატება უსასუქო ვარიანტთან შედარებით, გ	მოლანი წონა, გ	%	მატება უსასუქო ვარიანტთან შედარებით, გ
1	უსასუქო	23,8±3,1	100	-	4,32±1,4	100	-	27,6±2,6	100	-
2	N ₁ P ₁ K ₁	44,7±0,68	192,7	21,5	11,6±1,2	269,8	7,3	56,3±1,5	204,7	28,8
3	N ₂ P ₁ K ₁	29,0±8,0	125,0	5,8	6,8±1,5	158	2,5	35,8±1,3	130,2	8,3
4	N ₁ P ₁ K ₂	46,0±5,3	198,3	22,8	8,8±2,1	204,6	4,5	54,8±3,76	199,3	27,3
5	N ₁ P ₂ K ₁	45,7±5,9	197,0	22,5	18,0±3,3	418,6	13,7	63,7±7,9	231,6	36,2
6	N ₂ P ₂ K ₂	43,7±2,9	198,4	20,5	6,0±1,2	139,5	1,7	49,7±3,8	180,7	22,2

კვლევის შედეგებიდან დასტურდება, რომ მინერალური სასუქების გაზრდილი დოზების გამოყენებამ ნიადაგის მჟავიანობა მკვეთრად არ იცვლება, იზრდება მოძრავი ფოსფორის და კალიუმის შემცველობა; მრავალწლიან ციკლში აღინიშნება ჰუმუსისა და საერთო აზოტის მატების ტენდენცია, ხოლო კალციუმისა და მაგნიუმის შემცველობა უმნიშვნელოდ მცირდება. ცხრილის 3 მონაცემებით დგინდება რომ სტევიის ფოთლებში საერთო აზოტის შემცველობა გაცილებით მეტია, ვიდრე ღეროსა და ფესვებში. სტევიის ფოთლებში კალიუმის შემცველობა რამდენადმე მეტია (K₂O - 0,9-1,19 %), ვიდრე ფოსფორის. კალიუმი ფოთლებში მეტია, ვიდრე ღეროსა და ფესვებში. განსხვავება ვარიანტებს შორის უმნიშვნელოა. მაგნიუმის შემცველობა ფესვებში რამდენადმე კლებულობს, ხოლო კალციუმის რაოდენობა უმნიშვნელოდ მცირდება, ფოთლებსა და ღეროში ეს ცვლილება არ აღინიშნება.

სასუქების გამოყენების მეცნიერულად დასაბუთებული სისტემა გულისხმობს მცენარეზე სასუქების ზემოქმედების ყველა მოქმედი ფაქტორისა და ხერხების შესწავლას მოსავალსა და ხარისხზე, რაც საფუძველია განოყიერების სწორი სისტემის ჩამოყალიბების. აღნიშნული საკითხის სიღრმისეული შესწავლა განხორციელდა მინდვრის პირობებში, ცდით, რომლის შედეგებმა დაასაბუთა შემუშავებული აგროქიმიური ღონისძიებების წარმოებაში დანერგვის მიზანშეწონილობას.

მინდვრის ცდის პირობებში ანასეულში წითელმიწა ნიადაგზე შესწავლილია სტევიის პროდუქტიულობაზე მინერალური და ორგანული სასუქების გავლენა. პლანტაცია გაშენებულია სიხშირით 0,70 X 0,30 (კვების არე 0,21 მ²) განმეორება ოთხჯერადი (ცხრილი 4 – 6; სურ. 1, 2). გამოკვლევებით დადგენილია რომ მცენარის ზრდის ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორია საკვები

ელემენტებით უზრუნველყოფა, კერძოდ, მცენარე დადებითად რეაგირებს აზოტ, ფოსფორ, კალიუმით უზრუნველყოფის დონის ზრდაზე, პროდუქციის მაქსიმალური მატება მიიღება P₇₅K₇₅N₉₀ კგ/ჰა ვარიანტზე. სასუქები გარკვეულ გავლენას ახდენს, როგორც პროდუქტიულობის მაჩვენებლებზე, ასევე მის სტრუქტურულ მექანიკურ შედგენლობაზე. სავეგეტაციო პერიოდში მცენარის ზრდის დინამიკაზე დაკვირვების შედეგებმა აჩვენა (ცხრილი 6), რომ მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენება ოპტიმალური დოზით ზრდის მცენარის ბიომასის მაჩვენებლებს 62,5-90,8% - ით. ამავდროულად უზრუნველყოფს ნიადაგის ნაყოფიერების დონის ზრდას, რაც გამოიხატება ფოსფორის, კალიუმის და კალციუმის ზრდაში, ასევე ჰუმუსისა და აზოტის მატების ტენდენციაში. უნდა აღინიშნოს, რომ მინერალური სასუქების ერთობლივმა გამოყენებამ იზრდება ბიოპროდუქტიულობა და მოსავლის მაჩვენებლები აზოტის დაბალი დოზის (60 კგ ჰა) შემთხვევაშიც. კვების რეჟიმი გავლენას ახდენს ნედლეულის სტრუქტურულ-მექანიკურ შემადგენლობაზე, ფასეული მდგენელი ნაწილის - ფოთლების შეფარდებას ღეროსთან. ნაკელის შეტანის ვარიანტზე მიღებულია ყველაზე მაღალი მაჩვენებლები, ფოთლების ხვედრითი წილი მოსავლის ზრდასთან ერთად 1,5-ჯერ იზრდება.

ცხრილი 4. სტევის პროდუქტიულობაზე კომპლექსურ (NPK) სასუქში აზოტის დოზების და ორგანული სასუქების გავლენა (წითელმიწა, ანასეული)

#	ვარიანტები, საკვების ელემენტები კგ/ჰა	ორი წლის საშუალო მოსავალი		მატება ფონთან შედარებით	მატება ყოველ კგ შეტანილ აზოტზე
		კგ/ჰა	%		
1	P ₅₀ K ₅₀ -ფონი	6368,7±216,8	100	-	-
2	P ₅₀ K ₅₀ N ₆₀	6214,5±302,2	97,6	154,2	-
3	P ₅₀ K ₅₀ N ₉₀	7015,4±394,0	110,1	646,7	7,2
4	P ₅₀ K ₅₀ N ₁₂₀	7071,4±434,7	111,0	702,7	5,8
5	P ₇₅ K ₇₅ N ₉₀	8595,2±256,5	135,0	2226,5	24,7
6	P ₇₅ K ₇₅ N ₁₂₀	8476,1±427,5	133,1	2107,4	17,6
7	P ₅₀ K ₅₀ N ₆₀ + ნაკელი 20 ტ/ჰა	8226,2±259,5	129,2	5857,5	30,9

მცენარის ვეგეტატიური გამრავლების თავისებურება მოიცავს მრავალ ფაქტორს, რომელთა ცოდნა მოითხოვს შესაბამის აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსის შეწავლას. ვეგეტატიური გამრავლება ძირითადად დამოკიდებულია მცენარის რეგენერაციის უნარზე, რაც გაპირობებულია მისი ბიოლოგიური თავისებურებებით. ეს არის ის შინაგანი ფაქტორები,

რომლითაც განისაზღვრება მცენარეთა ვეგეტატიური ნაწილებით გამრავლების პოტენციური შესაძლებლობა [4, 5]



(ა)



(ბ)



(გ)

ცხრილი 5. სტევიის მოსავლიანობაზე კომპლექსურ (NPK) სასუქში აზოტის დოზების და ორგანული სასუქების გავლენა (წითელმიწა, ანასეული)

#	ვარიანტები, საკვები ელემენტები კგ/ჰა	ერთი მცენარის პროდუქტიულობა, გ	მოსავლიანობა	
			კგ/ჰა	%
1	P ₅₀ K ₅₀ -ფონი	1,45±0,29	3453,4	100
2	P ₅₀ K ₅₀ N ₆₀	2,0±0,35	4761,9	137,9
3	P ₅₀ K ₅₀ N ₉₀	2,0±0,8	5238,1	151,7
4	P ₅₀ K ₅₀ N ₁₂₀	2,32±0,78	5515,7	160,3
5	P ₇₅ K ₇₅ N ₉₀	3,05±0,35	7261,9	210,3
6	P ₇₅ K ₇₅ N ₁₂₀	2,46±0,85	5861,9	169,7
7	P ₅₀ K ₅₀ N ₆₀ + ნაკელი 20 ტ/ჰა	3,27±0,76	7797,6	225,8

ცხრილი 3. მინერალური სასუქების გავლენა სტევიის მორფოლოგიურ ნაწილებში ქიმიური ელემენტების შემცველობაზე (% - ში)

#	ცდის ვარიანტი	ფოთოლი					ღერო					ფესვი				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	უსასუქო	1,38	0,74	0,9	0,9	0,53	0,56	0,10	0,34	0,42	0,28	0,28	0,08	0,36	0,47	0,04
2	N ₁ P ₁ K ₁	1,89	0,25	0,9	1,17	0,54	0,70	0,14	0,5	0,56	0,54	0,56	0,10	0,4	0,56	0,10
3	N ₂ P ₁ K ₁	2,2	0,25	0,65	1,26	0,50	0,98	0,15	0,5	0,53	0,46	0,98	0,12	0,5	0,58	0,08
4	N ₁ P ₁ K ₂	3,8	0,26	1,3	1,31	0,56	0,89	0,18	0,65	0,47	0,18	0,80	0,23	0,5	0,44	0,08
5	N ₁ P ₂ K ₁	1,98	0,28	1,0	1,2	0,49	0,70	0,19	0,6	0,53	0,24	0,80	0,14	0,4	0,47	0,12
6	N ₂ P ₂ K ₂	2,5	0,3	1,19	1,76	0,68	1,4	0,2	0,75	0,56	0,2	0,63	0,16	0,55	0,33	0,22

ცხრილი 6

წითელმიწა ნიადაგის პირობებში სტევიის მორფოლოგიურ ელემენტებზე მინერალური და ორგანული სასუქების გავლენა (მინდვრის ცდა, ანასეული)

#	ვარიანტები, საკვები ელემენტები კგ/ჰა	მცენარის სიმაღლე, სმ	განტოტვა, ცალი	ფოთლის წონა, გ	ღეროს წონა, გ	მთლიანი წონა, გ	%
1	P ₅₀ K ₅₀ -ფონი	50	7	18,8	57,5	76,3	100
2	P ₅₀ K ₅₀ N ₆₀	59,3	11	73,8	47,5	124,3	162,5
3	P ₅₀ K ₅₀ N ₉₀	56,3	9	50	48,8	98,8	129,5
4	P ₅₀ K ₅₀ N ₁₂₀	50	9	50	40	90	117,9
5	P ₇₅ K ₇₅ N ₉₀	57	8	68,8	47,5	116,3	152,4
6	P ₇₅ K ₇₅ N ₁₂₀	52	8	75	45	120	157,3
7	P ₅₀ K ₅₀ N ₆₀ + ნაკელი 20 ტ/ჰა	62	12	89,3	56,3	145,6	190,8

აღსანიშნავია, რომ საკვლევ ფაქტორებიდან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია დასაკალმებელი არეს და მის მახასიათებლებს. დედა მცენარისგან იზოლირებული ორგანოებისა თუ ვეგეტატიური ნაწილების შემდგომი ცხოველყოქმედემა მჭიდროდ არის დაკავშირებული სუბსტრატის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებთან. ლაბორატორიულ, სავეგეტაციო და სათბურის პირობებში შესწავლილია ბუნებრივი ორგანულ-მინერალური სასუქების გავლენა სტევიის დაფესვიანებაზე, პროდუქტიულობასა და ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე. ცდაში გამოყენებულია ადგილობრივი რესურსები: ტორფი, ცეოლითი, ფილიფსიტი, საპროპელი და ტყის ნიადაგი. აღნიშნული სუბსტრატების ძირითადი ქიმიური მაჩვენებლები შესწავლილის საფუძველზე მომზადდა შესაბამისი კომპოზიციები 5 კგ ტევადობის სავეგეტაციო ჭურჭლებში. ცდები 4-ჯერადი განმეორებით ჩატარდა. ცდის სქემა და კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 7. ნიადაგის, ნაკელისა და ცეოლითის ნარევი (50:30:20) საუკეთესო საკვები არეა სტევიის დაფესვიანებისთვის, რომლის შემთხვევაში მიწისზედა ნაწილის, ფესვების და მცენარის მთლიანი წონა საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით 55-62% - ით იზრდება. იგივე შეფარდებით საპროპელისა და ცეოლითის გამოყენების ვარიანტის შემთხვევაში მცენარის მთლიანი წონა 27,54 გ-ს შეადგენს და საკონტროლოსთან შედარებით მცენარის ბიომასა 16,7 %-ით იზრდება. კვლევის შედეგები ცხადყოფს, რომ ბუნებრივი ნარევის გამოყენებამ, ტყის ნიადაგთან ერთად, გაზარდა არა მარტო სტევიის ბიოპროდუქტიულობა და ამაღლდა ნიადაგის ნაყოფიერების დონე, რაც

ვლინდება საკვები ელემენტების მოძრავი ფორმების, ასევე საერთო ჰუმუსისა და აზოტის ზრდაში. მათი გამოყენება ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტის მიღების შესაძლებლობას ქმნის, იგი არ შეიცავს პათოგენურ მიკროფლორას, მძიმე მეტალებს, არ გააჩნიათ ადაპტაციის პერიოდი, არ ირეცხება ნიადაგიდან და ამდიდრებს ნიადაგს ყველა საჭირო ელემენტით.

შესწავლილი და დადგენილია კვების რეჟიმის გავლენა სტევის ნედლეულის სტრუქტურულ-მექანიკურ შემადგენლობაზე, ფასეული შემადგენელი ნაწილის ფოთლების შეფარდება ღეროსთან, რომელიც მინერალური სასუქების დოზის მატებასთან ერთად იზრდება. ნაკელის შეტანის ვარიანტზე ფოთლების ხვედრითი წილი მოსავლის ზრდასთან ერთად 1,5 - ჯერ იზრდება. [5, 6, 7]

ნედლეულის ქიმიური და ტექნოლოგიური მაჩვენებლების შესწავლის საფუძველზე დადგენილია, რომ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის პირობებში სტევის ფოთოლი შეიცავს 43,0 - 50,0% ექსტრაქტულ ნივთიერებას (ცხრილი 8), 8,5 - 10% დიპერტენულ გლიკოზიდებს, მათ შორის 5,5% სტევიოზიდს, 2,8 - 3,7 % რეზაუდიოზიდს. ტკბილი დიტერპენული გლიკოზიდები არათანაბრადაა განაწილებული მცენარის სხვადასხვა ნაწილებში და განსხვავებულია მათი შემცველობა მცენარის ზრდა-განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე და მაქსიმალურ რაოდენობას ბუტონიზაციის პერიოდში აღწევს. სტევის ნაზი ნაზარდები მეტი რაოდენობით შეიცავს ტენს, ვიდრე მოუხეშო და უხეში ფრაქცია, ექტრაქტულ ნივთიერებათა შემცველობის მიხედვით კი უპირატესობა აქვს მოუხეშო და უხეშ ფრაქციას, რაც საფუძველს გვაძლევს, რომ სტევის ნედლეული, როგორც გამოკვლევები ადატურებენ აღებული უნდა იქნეს ყვავილობის დაწყების წინ. გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ სტევის წყლიანი ექსტრაქტიდან მიღებული თხევადი კონცენტრატი ინარჩუნებს საწყისი ექსტრაქტის თვისებებს კონცენტრირებული სახით. სტევის თხევადი კონცენტრატი სავსებით რეკომენდირებულია დიაბეტით დაავადებულთათვის. შემუშავებულია სტევის ნედლეულის შენახვისა და გადამუშავების ტექნოლოგიური პარამეტრები და წყლიანი ექსტრაქტის ბაზაზე თხევადი კონცენტრატის მიღების ტექნოლოგია [4,5].

ცხრილი 7. სუბსტრატების გავლენა სტევის ზრდა განვითარებაზე

#	ცდის ვარიანტი	ფოთლის წონა, გ	ღეროს წონა, გ	ყვავილის წონა, გ	მიწისზედა ნაწილის წონა		ფესვის წონა, გ	მცენარის მთლიანი წონა	
					გ	%		გ	%
1	ნიადაგი+ ტორფი+ ცეოლითი (50:30:20)	9,8	8,4	1,7	19,90	100	3,6	23,5	100
2	ნიადაგი+ ტორფი+ ფილიფსიტი (50:30:20)	6,5	7,7	2,9	17,10	85,93	2,2	19,30	82,13
3	ნიადაგი+ ნაკელი+ ცეოლითი (50:30:20)	13	13,7	4,3	31,0	155,78	7,33	38,30	162,98
4	ნიადაგი+ საპროპელი+ ცეოლითი (50:30:20)	8,83	11,5	4,83	25,16	126,44	2,73	27,89	118,68

ცხრილი 8. სტევიის ნედლეულში წყლისა და ხსნადი ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობა მორფოლოგიური ელემენტების მიხედვით

ნედლეული	გამოსავლიანობა, %	ტენი, %	ექსტრაქტი, %
ნაზი ფრაქცია	10,50	78,50	50,50
მოუხეშო და უხეში ფრაქცია	66,50	67,50	52,50
ღერო	23,0	75,0	22,0

დასკვნები:

საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ჩაის, სუბტროპიკული კულტურებისა და ჩაის მრეწველობის ინსტიტუტში ჩატარებული მრავალწლიანი სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-ტექნოლოგიური ხასიათის სამუშაოების შედეგად შესაძლებელია შემდეგი ძირითადი დასკვნების და რეკომენდაციების გაკეთება:

1. საქართველოს სუბტროპიკული ზონის აგროეკოლოგიური პირობები შესაბამისობაშია და სრულიად აკმაყოფილებს სტევიის მცენარის კულტივირების მოთხოვნებს.
 2. შესწავლილი და დასაბუთებულია სტევიის კულტურის მოვლა-მოყვანის აგროტექნოლოგია, დადგენილია მცენარის განოყიერების რაციონალური სისტემა, საკვები მინერალური ელემენტების ოპტიმალურ თანაფარდობა და მინერალურ - ორგანული სასუქების გამოყენების ეფექტური დოზები მცენარის განვითარების მრავალწლიან ციკლში.
 3. შემუშავებულია სტევიის სარგავი მასალის წარმოების მწვანე დაკალმებით გამრავლების ტექნოლოგია, ბუნებრივ ორგანულ-მინერალური სასუქების გავლენა მცენარის დაფესვიანებისა და მის ზრდა განვითარებაზე ვეგეტატიური გამრავლების კამერებში და სათბურის პირობებში.
- შემუშავებულია სტევიის ნედლეულის შენახვა-გადამუშავების და მისი კომპონენტების გამოყენებით საკვები და დიეტურ-პროფილაქტიკური პროდუქტების მიღების ტექნოლოგიური პარამეტრები.
4. მომზადებულია რეკომენდაციები საქართველოში სტევიის კულტურის სამრეწველო წარმოების ხელშეწყობისათვის ფერმერულ მეურნეობებისა და კერძო ბიზნისათვის.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. კლიმატის ცვლილებების მიმართ მდგრადი დაბალემისიებიანი (კლიმატგონივრული) სოფლის მეურნეობა. მეთოდოლოგიური გზამკვლევი. UNDP GEORGIA, 2020, გამოცემულია საქართველოში, 78 გვ.
2. ე. კვესიტაძე, რ. გახოკიძე, გ. ხატიაშვილი, გ. კვესიტაძე. დედამიწის ეკოლოგიური და სასურსათო პოტენციალი. თბილისი, 2023, 201 გვ.
3. თ. თურმანიძე. კლიმატის ცვლილებები და სასურსათო უშიშროება. გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2016. 248 გვ.
4. О. Кустова. Биоморфологическая характеристика *Stevia Rebaudiana* Bertoni в вегетивном возрастном состоянии. ISSN 1728-6204. Промышленная Ботаника. 2013. вып. 13. ст. 252-258.
5. ი. მამულაიშვილი, ე. გობრონიძე. სტევიის კულტურა დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკებში. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე/ #1 (45). თბილისი, 2021, გვ. 59-64.
6. ვ. ცანავა, ნ. ორაგველიძე, ი. მამულაიშვილი. მინერალური და ორგანული სასუქების გავლენა სტევიის პროდუქტიულობასა და ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე. //საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე/ #29, თბილისი, 2011, გვ. 139-144.
7. ე. გობრონიძე, დ. აფხაზავა. სტევიის თხევადი კონცენტრატის მიღების ტექნოლოგიური პარამეტრები. საერთაშორისო სამეცნიერო პრაქტიკული კონფერენცია „კვების პროდუქტების წარმოების აქტუალური პრობლემები და თანამედროვე ტექნოლოგიები“. კრებული, ქუთაისი, 2020, გვ. 227-230.

Agrotechnology of Stevia culture in Georgia

Izolda Mamulaishvili¹, Ekaterine Gobronidze²

¹Academic Doctor of Agriculture; ²Academic Doctor of Technology

Institute of Tea, Subtropical Crops and Tea Industry of Agrarian University of Georgia

Summary

The paper presents the results of multi-year research on introduction of stevia culture and agrotechnological direction in the humid subtropical zone of Western Georgia. The influence of nitrogenous and organic-mineral fertilizers on stevia productivity, soil and plant processes in field vegetative and vegetative propagation chambers was studied. The optimal ratio and optimal dosages of food elements, agrotechnical systems of vegetative reproduction of plants and cultivation of mother plantations have been established. The nutrient area for vegetative reproduction of the plant has been studied and an effective substrate has been determined. The chemical-technological parameters of stevia and the technological parameters of storage and processing of raw materials have been studied. Based on the received long-term, multi-year data, the suitability of the agro-ecological conditions of the subtropics of Georgia for the cultivation of stevia has been established.

Key words: Stevia, Mineral and organic fertilizers, Humic substance, Productivity



Scenarios of fire behavior using physical models of tunnels with different inclinations

Prof. Omar Lanchava, Prof. Nino Ratiani, Prof. Teimuraz Kunchulia, Associate Professor Zaza Khokerashvili, Associate Professor Nino Arudashvili, PhD student Aleksandra Kardosova

Georgian Technical University

Abstract

Critical velocity remains one of the most important design parameters in the theory and practice of emergency ventilation of road tunnels. It should be noted that basing practice only on this value can lead to serious error. Therefore, it is necessary to take into account other important parameters of a particular tunnel and to develop in advance a clear algorithm of actions to manage emergencies. In this paper, numerical and physical models are used to investigate the scenarios of fire development of different strengths. The nature of the expected aerodynamic resistance in the tunnel caused by fire is analyzed. In particular, the reduction of ventilation velocity caused by the throttle effect and the algebraic summation of flows are distinguished from each other. Fires are simulated in a stainless metal sheet tunnel model in a laboratory setting, taking into account the critical Froude number, and the nature of the backlayering length variation depending on the tunnel slope is illustrated. The paper shows that the fire not only practically “reduces” the tunnel cross-section, but also causes additional traction due to the change in the density of the air mixture, which acts against the fan in the case of downward ventilation. It is also demonstrated that in inclined tunnels, in case of deactivated ventilation, when only natural traction acts during the fire, it is possible to reliably determine the numerical value of the critical ventilation velocity.

Keywords: tunnel ventilation; underground fire; critical velocity; backlayering length; Freud's Criterion.

1. Introduction

Under the new rules and guidelines of the European Transport Commission of December 2021, about 50 road tunnels built and commissioned on the Georgian highway in the last three years belong to the Trans-European Network [1]. As a result, a new transportation corridor was created: involving the Baltic, Black and Aegean Seas. According to the design solutions of these tunnels and considering their operating conditions, one of the main expected threats is fire. Heat, smoke and toxic combustion

products can spread from the fire source through the tunnel in both directions, causing injuries to people of varying severity. In any case, underground fires cause serious consequences and are an obstacle to evacuation and saving lives. This significantly complicates the working conditions of rescuers and firefighters, and disables an important element of the transportation infrastructure - the tunnel - for a long time. On this basis, the study of scenarios of fire development in highway tunnels and the development of methods to prevent the expected danger are of great importance to ensure their safe operation.

Unlike open areas, there is not always enough oxygen in a tunnel and therefore two types of fire occur: a) Fuel Controlled Fire (FCF) and b) Ventilation Controlled Fire (VCF). In the case of FCF, there is a lot of air and the power of the fire (amount of heat, smoke, toxic combustion compounds) is determined by the amount of fuel. In such fire conditions, due to the large amount of air, the concentration of combustion products in the air is relatively low. In the case of VCF, the fire power is determined by the air flow rate because the amount of fuel is large at this time. In this case, the concentration of combustion products is high and an explosive concentration of volatile substances may be created.

The following strong road tunnel fires are worth mentioning: the fire that occurred in the Japanese tunnel “Nihodzaka” in 1979 as a result of collision of vehicles; the fire raged for 4 days and nights and was localized only after all kinds of combustible materials were exhausted in the tunnel; In 1982 in the “Caldecott” tunnel (USA) as a result of an accident due to the fault of a drunk driver, a strong fire occurred, and 7 people died; In 1982, a fire near the city of Beaun in France killed 53 people, including 44 children; In the France-Italy “Mont Blanc” tunnel in 1999, a fire broke out in the engine of a car, the driver was unable to extinguish it, left the car and walked towards Italy; Before the tunnel management closed the tunnel, all cars entering from the French side were in the fire zone and no one survived, while all cars entering from the Italian side survived. Toxic gases spread from the portal located on the Italian side towards France at a speed of 1 m/s, the fire raged for 53 hours, after extinguishing the fire for 5 days, hot gases escaped by natural draught from the tunnel. 40 people died, including 1 firefighter. This was the 18th and worst fire since 1965 for this tunnel; The fire that occurred in the Tauern Tunnel in Austria in 1999, caused by a collision of vehicles, lasted 15 hours; The fire in the Gotthard Tunnel in Switzerland in 2001, caused by a collision of vehicles, lasted 20 hours [2, 3].

The fires that occurred in the late 20th and early 21st century received a lot of public attention as a result of the journalistic activities. In addition to the fires listed above, fires that occurred in other road tunnels also had a great impact. In particular, a large fire occurred in the Baku Subway in 1995 and killed more than 200 people; In 2003, an arson attack in South Korea's Daegu Metro killed nearly 200 people; An incident in Kaprun, Austria, in 2000, where a fire in a cable car killed 151 people; the same fire killed the driver of an oncoming train and 3 people waiting for transportation at the upper portal.

A sign of such great attention is the establishment of a group of international experts at the UN European Commission, headed by the Ministers of Transport of the EU member states. The said group

prepared and periodically issued relevant documents, some of which are cited in the verified sources [4-11].

In our previous papers [12] we mentioned and will repeat here that the said group of experts made certain mistakes. In particular, in paragraph 8 of their report on the fire in the tunnel of the Gotthard highway in Switzerland they noted that the emergency ventilation of the tunnel worked effectively, and in the next paragraph it is noted that people died as a result of inhalation of combustion products. Let us quote the above-mentioned provisions from the above source [5]: “8. The rescue team had arrived on the scene of the accident within 2 minutes. The smoke was contained in a two-kilometre stretch of the tunnel. All the tunnel facilities such as emergency lighting, ventilation, traffic management, etc. functioned as planned and efficiently. 9. The 11 victims were found 1 to 2 kilometers away from the fire. None of them had injuries. All died from toxic smoke inhalation. Some of the victims were found dead at the wheel of their vehicle...”

After examining the aforementioned mistakes, we brought the fundamental idea of researching large fires into the scientific circulation: that, in the event of a fire, the ventilation flow can no longer be influenced by fan operation after a specific amount of time, regardless the type of effect of the high temperature affect, whether an increase in dynamic pressure caused by the fire, or a decrease in air density, or both. In this case, the ventilation system collapses, which is a process of emergence and propagation of a dominant dynamic pressure commensurate with the depression of the tunnel ventilation system as a result of a strong and rapidly developing fire. It should be noted that the dynamic pressure caused by the fire is algebraically summarized with the pressure developed by the fan [13-15].

The result obtained from FDS modeling is very close to the collapse given in [16], where it is specifically noted that the fire tends to resist the propagation of the ventilation jet: the larger the fire, the greater the resistance. It is clearly demonstrated that more and more jet fans are required to remove the combustion products from the tunnel as the fire increases. It is noted in [17] that the According to the results of our numerical modeling, it can be noted that the change in the ventilation flow rate in case of fire is an effect due to both the increase in aerodynamic resistance and the influence of algebraic summation of the flows (Fig. 1.). This effect may also extend to the case of collapse.

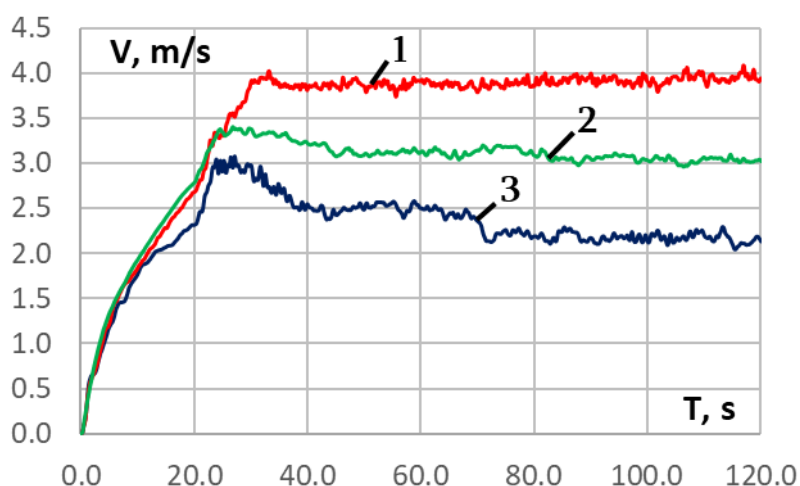


Fig. 1. Variability of the average velocity of the ventilation flow for a 50 MW fire in the tunnels of different inclinations: 1 – Inclination 6 % (ascending flow); 2 - Inclination 0 %; 3 - Inclination 6 % (descending flow).

Figure 1 shows the results of variability of the ventilation flow average velocity for a 50 MW fire. As Figure 1 shows, in case of a zero-tunnel inclination, it can be seen that the fire is a resistance to the ventilation flow (curve 2). Jet ventilation started at 0.00 s and the ventilation flow reached a velocity of about 3.4 m/s. A 50 MW fire activated in the central part of the tunnel at 20 s reduces the air velocity by 0.4 m/s because of the throttling effect. In this case, the traction caused by the fire is zero. In case of a descending ventilation flow (curve 3), the ventilation flow has a positive direction, and the fire still acts as a resistance to ventilation and in this case too, reduces the air velocity by about 0.4 m/s, while the remaining speed reduction by about 1.4 m/s is the algebraic sum of the negative direction flow induced by fire and the ventilation flow of a positive direction. In case of an ascending ventilation flow (curve 1), the algebraic sum of the ventilation flow and the flow induced by fire increases the total flow by approximately 1.3 m/s, as both flows have the same (negative) direction. In this case too, fire is an aerodynamic resistance to the ventilation flow and the total velocity is reduced by the relevant value, by approximately 0.4-0.5 m/s [18].

Thus, the fire not only practically “reduces” the cross-section of the tunnel, but also due to the change in the density of the air mixture causes additional resistance, which in the case of downward ventilation acts against the fan.

Since the fire may occur in a train car or other vehicle, it is necessary to know the peculiarities of fire development for this case, which is closer to an apartment fire (AF) than to a tunnel fire (TF).

Note that tunnel fires and apartment fires differ from each other in at least four ways:

1. Regardless of the method of tunnel ventilation: natural or mechanical draft, combustion in the vehicle itself is always dictated by the natural effect of the air entering the openings. In this case, the ventilation factor is determined by the geometry of the opening (window, door) from which the air enters and is calculated by the formula $A_0\sqrt{h_0}$, ($m^{5/2}$) where A_0 is the area of the opening cross-section and h_0 – is the height of the opening. As it is known, the TF parameters, in addition to geometry, depend on the tunnel slope, properties of the surrounding massif (which itself may be combustible or emit combustible gases), weather conditions in the vicinity of the portals, the topology of the portals, etc. An apartment fire is almost always controlled by ventilation and is consequently characterized by explosive combustion products.

2. Peak velocity of an AF is reached faster than with TFs. In general, the reaching peak velocity in decreasing time order is as follows: tunnel, apartment, and open fire. It is not difficult to see that AFs have greater possibility of explosion than TFs because the latter can be fuel-adjusted as well.

3. A TF is characterized by backlayering, while AFs are characterized by back-extrusion, which is an abrupt change in the ventilation mode in case of ventilation-controlled fires, increasing oxygen with air and increasing fire.

4. Stratification of smoke and combustion products. In case of AF, combustion products are at the top and cold air is at the bottom. A similar stratification is characteristic of the cross ventilation system

in the TF, which is relatively rarely used due to its high cost. It should be noted that we propose a flexible ventilation system, which promotes the formation of bifurcation (split) flows and can be used at the stages of evacuation and firefighting even with cheap longitudinal ventilation system. The boundary between bifurcation flows in this system is easily eliminated in long tunnels and especially in case of backlayering. The buoyancy of one gas to another is represented by a dimensionless parameter, the Richardson number (Ri), which shows the mass exchange between the layers and in this is different from the Froude number (Fr), which shows the common shape of the layer in the ventilation flow. The results of numerical analysis of ventilation-controlled tunnel fires are given in works [19-24].

2. Critical velocity analysis

Critical velocity and length of backlayering are important technological parameters that define and determine the means of evacuation and the methods of extinguishing the fire. Critical velocity is defined as the minimum longitudinal ventilation velocity that excludes the formation of smoke backlayering, i.e. this velocity is a control indicator of the propagation of combustion products. The dependence of critical velocity on heat release in horizontal tunnels has been extensively studied, whereas inclined tunnels have received less attention due to their complexity.

All along backlayering, smoke spreads against the ventilation flow. This is particularly intense if the ventilation flow is moving from a high position to a low position and the fire origin is at a low position. The backlayering length is a more important indicator of the fire stage, and the use of critical velocity is more characteristic of evacuation.

The numerical value of the critical velocity u_c in an inclined tunnel can be calculated by using the critical velocity $u_{c(0)}$ for a horizontal tunnel by the following equation [25]

$$u_c = K_g u_{c(0)} \quad (1)$$

where K_g is a gradient-factor – i.e. the correction factor based on tunnel slope used for inclined tunnels in the event of a fire.

NFPA 502 provides a correction factor equation for inclined tunnels

$$K_g = 1 + 0.0374s^{0.8} \quad (2)$$

where s is the tunnel inclination, %. The slope is determined by the ratio of the height of the tunnel's upper portal from the horizon to the horizontal length of the tunnel. If the angle of inclination of the tunnel is θ , the slope of the tunnel will be $tg\theta$. s in formula (2) is the slope expressed in percent, i.e. $s = 100tg\theta$.

The critical velocity can be calculated by the formula

$$u_c = k \left(\frac{g\dot{Q}_c H}{\rho_0 c_p T A} \right)^{1/3} \quad (3)$$

where u_c is the critical velocity, m/s; k is the constant of proportionality; g is the acceleration of a free falling body, m/s²; \dot{Q}_c is the convective heat released as a result of fire, kW; H is the tunnel height, m; ρ_0 is the density of ambient air, kg/m³; c_p is the specific heat capacity of air, kJ/(kg.K); T is the average smoke temperature, K; A is the cross-sectional area of the tunnel, m².

The proportionality constant is determined by the formula

$$k = Fr_c^{-\frac{1}{3}} \quad (4)$$

where Fr_c is the critical Froude number, determined by the formula

$$Fr_c = \frac{\Delta\rho g H}{\rho_0 u_c^2} \quad (5)$$

where in addition to the explained values, $\Delta\rho$ is the difference of densities of ambient air and smoke, kg/m^3 .

The average smoke temperature is calculated by the formula

$$T = T_0 + \frac{\dot{Q}_c}{\rho_0 c_p A u_c} \quad (6)$$

where in addition to the explained values, T_0 is the ambient air temperature, K .

It should be noted that to determine the critical velocity u_c by formula (3), it is necessary to know the proportionality constant k and the average smoke temperature T , while the formulas for their calculation (4)-(6) contain the sought value u_c . To overcome this, they introduced a constant, the critical Froude number, equal to 4.5, which, as we will see below, is not a solution to the problem.

The critical velocity was first related to the Froude criterion by Thomas [26], who noted that the nature of the flow of combustion products and air mixture in a tunnel depends on the ratio between the buoyancy of the smoke and the inertia forces of the tunnel ventilation current, which is expressed by the Froude criterion, and for small-scale alcohol flames, he introduced the numerical value equal to criterion critical 1, which also means that $k = 1$ and does not mean that $T \approx T_0$.

The work of Lee et al. [27] investigated a fire caused by a wooden barrier of $0.3 \times 0.3 \times 10$ m in a test tube, and it was observed that the aerodynamic drag at the fire source increased by a factor of 6 for the ventilation inflow, and also on both sides of the fire by a factor of about 1.5. Backlayering was observed when the throttled ventilation flow velocity at the fire source was 0.6 m/s, corresponding to a Froude criterion number of ~ 7 .

Danziger and Kennedy [28], without having studied the processes thoroughly, expected, like the Reynolds number, that the Froude criterion would also have a critical numerical value, introducing a critical numerical value of 4.5, presumably according to the work by Lee et al. what has been the subject of discussion by many authors over the years regarding critical velocity and backlayering distance. This assumption simplifies the issue because in this case, according to formula (4), the coefficient $k = 0.606$, but this is not correct.

Kennedy's presentation "Critical velocity: past, present and future", which he made in London in 1996 at the seminar "Smoke and critical velocity in tunnels" [29] gives similar results.

The variation of the critical velocity by Froude number when the temperature of the ventilation flow varies between 573-1373 K is shown in Fig. 2.

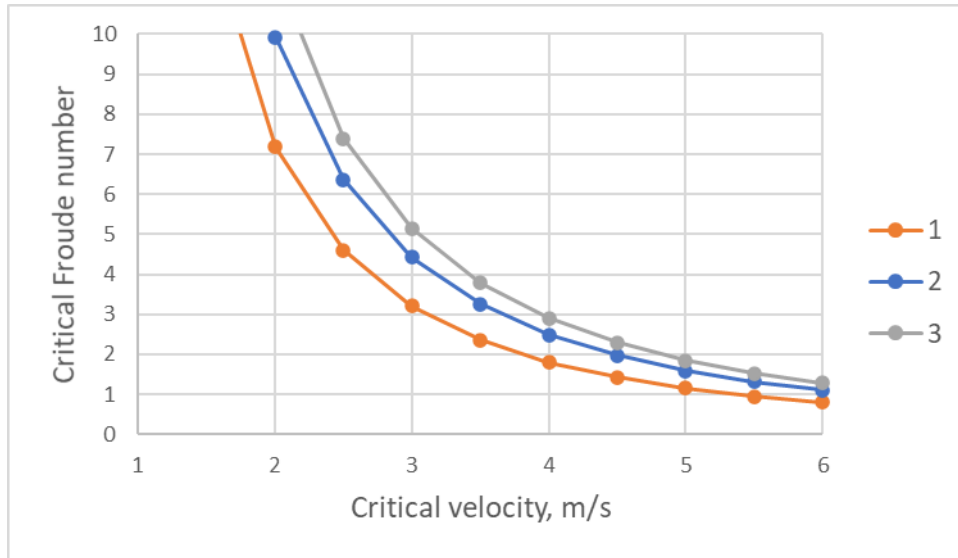


Fig. 2. Variation of the critical Froude number depending on the critical velocity at tunnel height of 6 m, ambient air temperature 293 K, average smoke temperature (K): 1 – 573; 2 – 903; 3 – 1373.

From the figure, it can be seen that the numerical value of the critical velocity varies between 2.5-3.2 m/s provided $Fr_c = 4.5$. In fact, the range of variation of the critical velocity is wider, and in this regard, it can be noted that the critical Froude number is not equal to 4.5 what should be considered in the design of emergency ventilation projects. Although equation $Fr_c = 4.5$ is less accurate in describing tunnel fires, there arises a distinct question about the use of the Froude criterion in laboratory experiments what will be discussed below.

3. Physical modeling methodology and obtained results

Froude criterion modeling strategy is widely used in fire experiments. Its essence is that the Froude number characterizing the forces of inertia and buoyancy will be directly preserved in the experiment. In the case of Froude modeling, the temperature field is the same, and the scale of heat release and ventilation rate are characterized geometrically by the following formulas

$$\frac{Q_m}{Q_n} = \left(\frac{\ell_m}{\ell_n}\right)^{2.5} \quad (7)$$

$$\frac{u_m}{u_n} = \left(\frac{\ell_m}{\ell_n}\right)^{0.5} \quad (8)$$

where Q_m is the value of convective heat release of the model, KW; Q_n is the value of convective heat release in nature, KW; ℓ_m is the tunnel length on the model, m; ℓ_n is the tunnel length in nature, m; u_m is the air velocity on the model, m/s; u_n is the air velocity in nature, m/s;

In the physical model, the length of the tunnel was 12 m, the cross-section was 0.467 m², the width was 0.85 m, the height was 0.55 m, and the width to height ratio was 1.54.

For physical modeling we choose a linear scale $M_l = l_m/l_n = W_m/W_n = H_m/H_n = 0.1$. The other scales of modeling will be: scale of heat release index according to formula (7): $M_Q = 0.00316$; Scale of ventilation rate according to formula (8): $M_u = 0.316$.

The tunnel model is made of 2 mm thick stainless steel sheets. Air was supplied through a duct fan. The fire source was porous burners with a surface area of 130X50 mm and 340X60 mm. The fire source surface was at the tunnel floor level. Natural gas was used for heating, the flow rate of which was measured with an accuracy of 1%. The heat release index for the model was calculated using the gas flow rate. The air flow rate in the tunnel was measured with a flow meter with an accuracy of 1%. The air velocity was not measured, but was calculated from the air flow rate and the tunnel cross section.

The tunnel cross-section occupancy factor with vehicles $\alpha = 8 \%$ assuming that there is 1 car of 2014 Nissan Patrol in the cross-sectional area at the source of the fire. The air flow and variation of velocities on the model and in nature are given in Table 1.

Table 1. Air flow and variation of velocities on the model and in nature

Air flow, m ³ /h	Air velocity of model, m/s	Air velocity in nature, m/s
20 -150	0.185 – 1.389	0.59 – 4.4

Backlayering was determined on the model by temperature change using stainless steel *k* – *type* thermocouples. In the model tunnel, thermocouples were installed 20 mm below the ceiling along the entire length of both ascending and descending flows. From the center of the tunnel, 40 thermocouples each were installed on both sides of a 2-2 m long section (for a total length of 4 m) so that the distance between their axes was 0.1 m. In the remaining length of the model tunnel, thermocouples were also installed with a distance of 0.2 m between their axes.



Fig. 3. Tunnel model with thermocouples and measuring instruments.

The monitoring system consisted of a central data collection central module DT85 manufactured by Datalogger and four types of sensors connected to it (two types of thermocouples, an air flow meter, and a gas mass flow controller/counter). Thus, the fuel gas flow rate was regulated by means of a central measuring device. Registration and further processing of information on the speed and temperature of the air in the tunnel was also carried out through the central module. Temperature readings were taken

from thermocouples when the temperature on the model exceeded the ambient temperature by at least 5 degrees. The tunnel model in horizontal position and the measuring instruments are shown in Fig. 3. The inclination was provided by special telfer and model retention devices.

The convenience of Froude numerical simulation is especially emphasized in the case of comparison of model and natural values of heat release rate. Modeling a 5000 kW fire using the Froude number at the appropriate scale of $M_Q = 0.00316$ mentioned above requires only 15.8 kW of power on the model, which provides a high standard of fire safety in the laboratory.

The fire development scenario in a horizontal tunnel is shown in Fig. 4. The fire source, i.e. the Nissan Patrol car are placed in the center of the tunnel so that its point of symmetry on the tunnel model coincides with the 648 cm mark. According to the Figure, the movement of fresh air is from left to right.

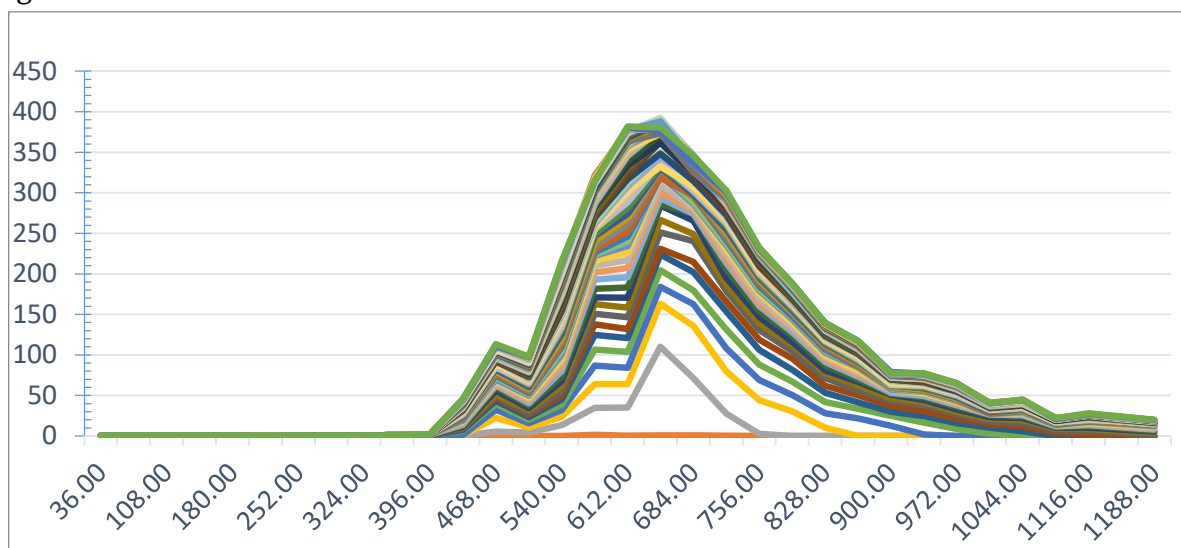


Fig. 4. Change of air temperature during the fire according to thermocouple data on a physical model of a horizontal tunnel (°C):

Temperature change curves are plotted by the “data-taker” at all points simultaneously at 1 s intervals. The abscissa axis shows the distance of the thermocouple from the left portal of the model in centimeters, which is calculated by multiplying the proper dimensions of the tunnel in nature by the linear scale of the modeling ($M_l = 0.1$); Ventilation flow is from the left.

From the fire source in the left part of the tunnel, backlayering is observed, i.e. the case when toxic combustion products spread in fresh air opposite to the movement of the latter. From the fire source in the left part of the tunnel, backlayering is observed, i.e. the case when toxic combustion products spread in fresh air opposite to the movement of the latter. Under these conditions, the ventilation flow velocity is less than the critical value; the velocity on the model is about 0.25 m/s. The distance from the source of the fire to the point reached by the temperature disturbance is the length of backlayering. According to the results presented in Fig. 4, the length of backlayering on the tunnel model is 288 cm, which corresponds to 28.8 m in nature - in the real tunnel, according to $M_l = 0.1$ linear scale of the modeling.

Consider the conditions given in Fig. 4 for the most complicated case of downward ventilation on tunnel models of different inclinations. For all considered examples, the ventilation flow rate is less than the critical velocity and the idea of critical velocity is valid. The fire source, a Nissan Patrol car, in this case too, was placed in the center of the tunnel so that its point of symmetry on the tunnel model coincides with the 648 cm mark, corresponding to the length of the tunnel in natural conditions of 64.8 m.

The inclination of the tunnel model was adjusted by raising and lowering the left gantry of the model with a special device so that the right portal remained almost stationary. After setting it on a fixed slope to simulate downward ventilation flow, as can be easily seen, the movement of fresh air was from left to right, while the combustion products moved in the opposite direction due to buoyancy. The downward ventilation fire scenario for a tunnel model with a 3% slope is shown in Fig. 5.

As Fig. 5 shows, the peak air temperature of 290°C coincides with the fire source. The ventilation flow velocity on the model is increased to 0.4 m/s, after algebraical summation of the mechanical (fan-driven) and thermal ventilation flows, the length of backlayering on the model is 252 cm, which is about 25 m for a real tunnel.

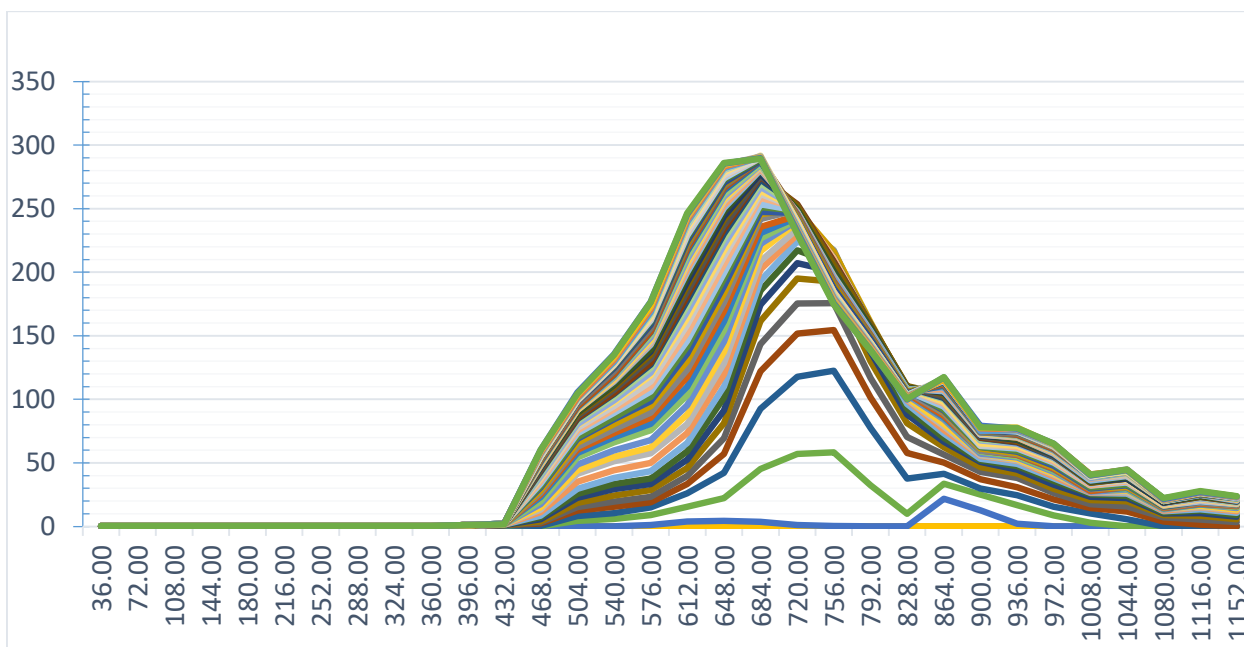


Fig. 5. Fire development scenario on downward ventilation flow:

Tunnel slope: 3%; Combustion products in this case are also directed to the left, and the direction of the ventilation flow is opposite; Air temperature change is given by thermocouple data (°C); backlayering length is reduced compared to the previous cases.

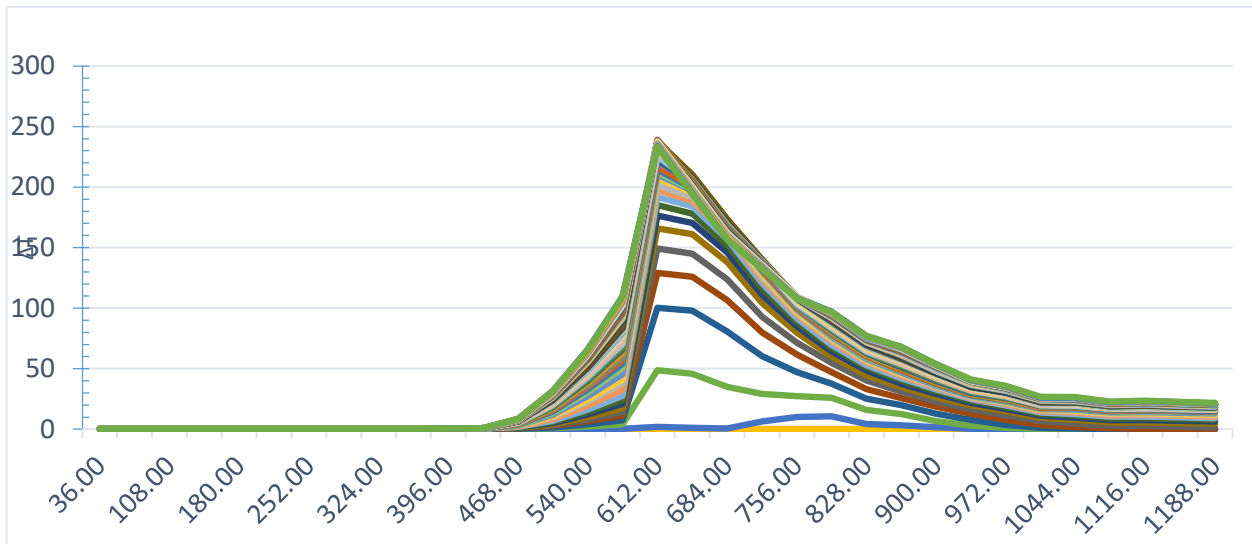


Fig. 6. Fire development scenario on upward ventilation flow:

Tunnel slope: 6%; The direction of combustion and ventilation products flow is the same; The air flow moves from right to left; The change in air temperature is given by thermocouple data (°C); Compared to the horizontal tunnel, a weaker backlayering is observed (see **Fig. 4**).

We have performed physical modeling in the range 0-10% with a 1% step. Fig. 6 shows the downward ventilation fire scenario for 6% model tunnel slope.

Fig. 6 shows that the peak air temperature of 245 °C no longer coincides with the fire source. It shifts to the side opposite to the movement of the ventilation flow. It seems that the intense movement of exhaust gases caused the temperature peak to shift to the direction of their movement. The backlayering length in this case is slightly reduced compared to the horizontal tunnel modeling results.

We also modeled inclined tunnels in the case when ventilation was switched off and both, the fresh air supply to the fire source and flue gas diversion were provided by natural means – traction caused by fire. We assume that the velocity developed by the ventilation flow in this case, provided that the effect of aerodynamic resistance is excluded, is equal to the critical velocity. This is also confirmed by the fact that if we give the ventilation flow a similar velocity with downward mechanical ventilation, there will be no backlayering.

For the model of a tunnel with a slope of 3% in terms of natural ventilation, the picture of fire development is presented in Fig. 7.

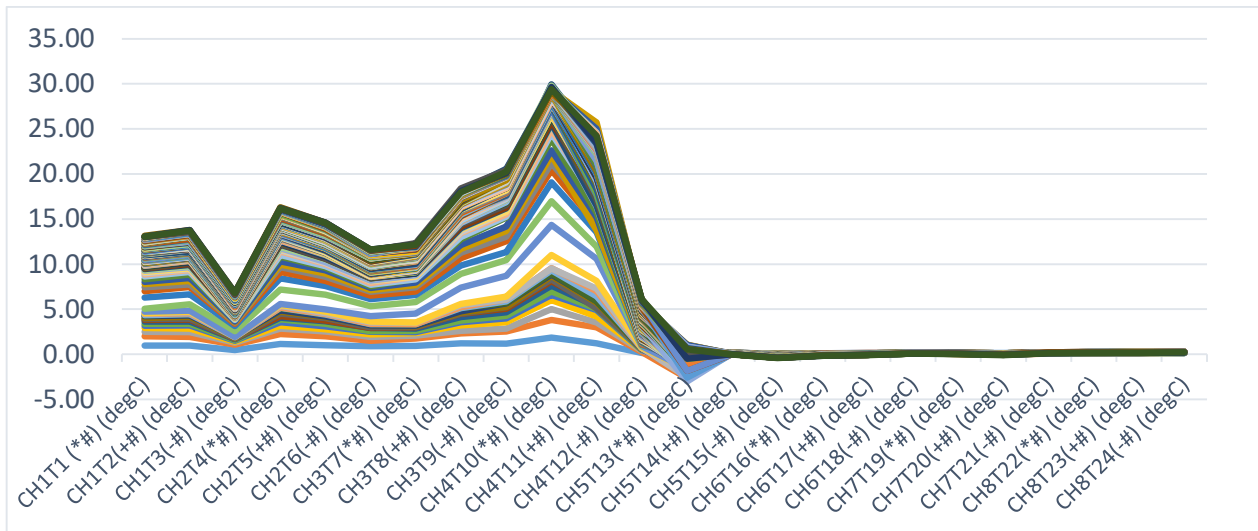


Fig. 7. Fire development scenario on upward ventilation flow of natural traction:

Tunnel slope: 3%; The direction of movement of combustion products and ventilation is the same; The air flow moves from right to left; The change in air temperature is given as thermocouple data (°C).

As it can be seen from the presented material, in the case of downward ventilation flow, when the combustion products have the opposite direction of movement to the net ventilation flow, a weaker ventilation flow is expected after algebraic addition of the flows, which should be taken into account when designing emergency ventilation. This will allow avoiding the aforementioned ventilation design errors, thereby ensuring safe operation of tunnels and more reliably saving lives.

4. Conclusion

The primary conclusion of the presented research is the fact that the reference literature on fire ventilation calculation in road tunnels in practically all developed countries of the world a priori assumes the use of critical velocity directly indicating its numerical values depending on the strength of fire. Moreover, despite the long history of using critical velocities, we believe that fire ventilation designs should not be designed on the basis of critical velocities alone. Tunnel specifics and other important parameters (topology, location, climatic conditions, traffic patterns, and others) should be considered. Tunnel service personnel must prepare all possible fire scenarios in advance and have a clear algorithm of emergency response actions. To achieve success in this endeavor, we attach great importance to the results obtained in this work. In particular, the separation of the throttle effect from the result caused by the algebraic summation of mechanical and thermal flows. Physical modeling studies have also been carried out to show the nature of backlayering length variation and the ability to easily and reliably determine the critical velocity in inclined tunnels in case of natural traction.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Shota Rustaveli National Science Foundation (SRNSF) [Grant number FR-22-12949, Project title “Study of critical velocity and fire induced backlayering to save lives in road tunnels”].

REFERENCES

- [1] "Questions and Answers: The revision of the TEN-T Regulation". Strasbourg. 14 December 2021.
- [2] Bird A., Carvel R. Handbook of Tunnel Fire Safety. Second edition. Thomas Telford Limited, 2012, p. 694.
- [3] FIT - Thematic Network FIT ‘Fire in Tunnels’ is supported by the European Community under the fifth Framework Program ‘Competitive and Sustainable Growth’ Contract n° G1RT-CT-2006, p. 76.
- [4] UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, Report TRANS/AC.7/9, 2001, p. 60.
- [5] UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, Report TRANS/AC.7/9, 8 February 2002, p. 6.
- [7] UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, Report TRANS/AC.7/15, 2004, p. 7.
- [8] UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, Report TRANS/AC.7/11, 2002, p. 6.
- [9] The White Book 2001, Published in April 24, 2001, Sweet & Maxwell Ltd, ISBN 10: 0421745800, ISBN 13:9780421745803.
- [10] Haack. A. Fire Protection in Traffic Tunnels: General Aspects and Results of the EUREKA Project, TUNNELING AND UNDERGROUND SPACE TECHNOLOGY, 1998, Volume 13, № 2, pp. 377-381.
- [11] Li Y.Z., Vylund L., Ingason H., Appel G. Influence of fire suppression on combustion products in tunnel fires. The work Co-financed by the European Union. Report 2015, p. 70.
- [12] Lanchava O., Javakhishvili G. Impact of strong fires on a road tunnel ventilation system. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences 15 (4), 2021, pp. 38-45.
- [13] Lanchava O.A. Hygroscopic heat and mass transfer in underground structures. GTU, 1998, Tbilisi, p. 272.
- [14] Lanchava O., Ilias N., Radu S.M., Nozadze G., Jangidze M. PREVENTING THE SPREAD OF COMBUSTIBLE PRODUCTS IN TUNNELS BY IMPLEMENTING A DIVISIBLE SYSTEM. Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ) 21 (4), 2022.
- [15] Lanchava O., Ilias N. Complex calculation method of temperature, mass transfer potential and relative humidity for ventilation flow in subway. Journal of Engineering Sciences and Innovation, 2018, 3 (1), pp. 69-84.
- [16] Vaitkevicius A., Carvel R. Investigating the Throttling Effect in Tunnel Fires. Fire Technology, Vol. 52, 2016, pp. 1619–1628.
- [17] Li Y.Z., Ingason H. Discussions on critical velocity and critical Froude number for smoke control in tunnels with longitudinal ventilation. Fire Safety Journal, Vol. 99, 2018, pp. 22-26.

- [18] Lanchava O., Bezhanishvili A., Javakhishvili G., Khokerashvili Z., Arudashvili N. Study of the throttling effect in tunnel fires. *Inżynieria Mineralna* 1 (1), 2024, pp. 385–393. <https://doi.org/10.29227/IM-2024-01-44>
- [19] Lanchava O., Nozadze G., Bochorishvili N., Lebanidze Z., Arudashvili N., Jangidze M., Tsikarishvili K. Criteria for evaluation of emergency firefighting in transport tunnels. *Transport Bridge Europe-Asia, Proceedings of conference, Tbilisi, 2014*, pp. 29-35.
- [20] Lanchava O., Abashidze G., Tsverava D. Securing fire safety for underground structures. *Quality-Access to Success*, 2017, 18.
- [21] Lanchava O., Ilias N., Nozadze G., Radu S., Andras I., Moraru R. Developing of Wi-Fi monitoring control systems for damage factors of fire in road tunnels. *The XIth Edition of the Annual Conference “The Academic Days of Technical Sciences Academy of Romania”*, 2016.
- [22] Lanchava O., Ilias N., Nozadze G. Some problems for assessment of fire in road tunnels. *Supplement of Quality-Access to Success: Bucharest, Vol. 18, (S1), 2017*, pp. 69-72.
- [23] Lanchava O., Ilias N. Some issues of thermal calculation of ventilation air for the metro. *Journal of Engineering Sciences and Innovation* 12, 2017, pp. 92-105.
- [24] Lanchava O., Ilias N. Critical velocity analysis for safety management in case of tunnel fire. *MATEC Web of Conferences* 305, 00023, 2020.
- [25] Li Y.Z., Lei B., Ingason H. Study of critical velocity and backlayering length in longitudinally ventilated tunnel fires. *Fire Safety Journal*, Vol. 45, 2010, pp. 361-370.
- [26] Thomas P.H. *The Movement of Smoke in Horizontal Passages against an Air Flow*. Fire Research Station. Boreham Wood. 1968.
- [27] Lee C.K., Chaiken R.F., Singer J.M., Interaction between duct fires and ventilation flow: an experimental study. *COMBUSTION SCIENCE AND TECHNOLOGY*. Vol. 20, 1979, pp. 59-72.
- [28] Danziger N.H., Kennedy W.D. Longitudinal ventilation analysis for the Glenwood canyon tunnels. *Fourth International Symposium on the Aerodynamics & Ventilation of Vehicle Tunnels, BHRA Fluid Engineering*. 1982.
- [29] Kennedy W.D. Critical velocity: past, present and future. *Seminar of Smoke and Critical Velocity in Tunnels, JFL Lowndes*, 1996, pp. 305–322.

ხანძრის განვითარების სცენარები სხვადასხვა დახრილობის გვირგვინის ფიზიკურ მოდელებზე

პროფ. ომარ ლანჩავა, პროფ. ნინო რატიანი, პროფ. თეიმურაზ კუნჭულია, ასოც. პროფ. ზაზა ხოკერაშვილი, ასოც. პროფ. ნინო არუდაშვილი, დოქტორანტი ალექსანდრა კარდოსოვა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

კრიტიკული სიჩქარე რჩება ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან საპროექტო პარამეტრად საავტომობილო გვირგვინების საგანგებო ვენტილაციის დამუშავების თეორიასა და პრაქტიკაში. აღსანიშნავია, რომ მხოლოდ აღნიშნულ სიდიდეზე პრაქტიკის დაფუძნებამ შესაძლებელია მიგვიყვანოს სერიოზულ შეცდომამდე. ამიტომ საჭიროა კონკრეტული გვირგვინის სხვა მნიშვნელოვანი მაჩვენებლების გათვალისწინება და მოქმედების ცხადი ალგორითმის წინასწარი დამუშავება საგანგებო სიტუაციის მართვისათვის. ნაშრომში რიცხვითი და ფიზიკური მოდელების საშუალებით შესწავლილია სხვადასხვა სიმძლავრის ხანძრის განვითარების სცენარები. გაანალიზებულია ხანძრის გავლენით გვირგვინში მოსალოდნელი აეროდინამიკური წინააღმდეგობის ბუნება. კერძოდ, ერთმანეთისაგან გამიჯნულია დროსელის ეფექტი და ნაკადების ალგებრულად შეკრებით გამოწვეული ვენტილაციის სიჩქარის შემცირება. ლაბორატორიულ პირობებში, ფრუდის კრიტიკული რიცხვის მხედველობაში მიღებით, უქანგავი ლითონის ფურცლებისაგან დამზადებულ გვირგვინის მოდელებზე შესრულებულია ხანძრების მოდელირება და ნაჩვენებია უკუდინების სიგრძის ცვალებადობის ხასიათი გვირგვინის დახრილობის მიხედვით. ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ ხანძარი არა მხოლოდ ვირტუალურად „ამცირებს“ გვირგვინის კვეთს, არამედ ჰაერის ნარევის სიმკვრივის ცვალებადობის ხარჯზე აღძრავს დამატებით წევას, რომელიც დადმავალი ვენტილაციის შემთხვევაში ვენტილატორების საპირისპიროდ იმოქმედებს. ნაჩვენებია აგრეთვე, რომ დახრილ გვირგვინებში, გამორთული ვენტილაციის პირობებში, როცა ხანძრის შემთხვევაში მოქმედებს მხოლოდ ბუნებრივი წევა, შესაძლებელია საიმედოდ განისაზღვროს ვენტილაციის კრიტიკული სიჩქარის რიცხვითი მნიშვნელობა.

საკვანძო სიტყვები: გვირგვინის ვენტილაცია; მიწისქვეშა ხანძარი; კრიტიკული სიჩქარე; უკუდინების სიგრძე; ფრუდის კრიტერიუმი.



სტატია გამოიცემა ბათუმის საერთაშორისო კონფერენციის - "ბიომრავალფეროვნების ცალკეული კომპონენტის შესწავლა, დაცვა, შენარჩუნება, გონივრული გამოყენება" ფარგლებში.

**ჩილე-პატაგონიის და ბრაზილიის ფლორისტული ოლქის მრავალფეროვნება ბათუმის
ბოტანიკურ ბაღში
კოდანოვი ლანა**

ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის ბოტანიკური ბაღი
სამხრეთი ამერიკის, ახალი ზელანდიის და ავსტრალიის მცენარეთა კოლექციის კურატორი
577101640; lkodanovi@gmail.com

აბსტრაქტი:

სტატიაში განხილულია სამხრეთ-ამერიკის კონტინენტის ფლორისტული დარაიონების სქემა არმენ ტახტაჯიანის მიხედვით, რომლის მიხედვითაც სამხრეთი ამერიკა დაყოფილია 2 სამეფოდ, 7 ოლქად და 19 პროვინციად. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სამხრეთი ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში არსებული სახეობრივი ანალიზის შედეგების საფუძველზე გამოყოფილია ორი ფლორისტული რეგიონი, რომელიც წარმოდგენილია 15 ოჯახით, 19 გვარით და 23 ტაქსონით.

საკვანძო სიტყვები: ფლორისტული დარაიონება, სამხრეთ ამერიკის ფლორა, ბათუმის ბოტანიკური ბაღი, მცენარეთა დარგვა

შესავალი და კვლევის მიზანი: ფლორისტული დარაიონება არის დედამიწის ზედაპირის დაყოფა სხვადასხვა რანგის ფლორისტულ ოლქებად, რომლის ფარგლებშიც ფლორა მეტნაკლებად ერთგვაროვანია, აქვს თავისი სპეციფიკა და განსხვავდება ნაწილობრივ სხვა ოლქების ფლორისგან. ფლორისტული დარაიონების უდიდესი ერთეულია სამეფო, შემდგომ ოლქი და პროვინცია.

მცენარეთა მრავალფეროვნებიდან გამომდინარე, სამხრეთი ამერიკის კონტინენტი მოიცავს 2 სამეფოს - ნეოტროპიკული და ჰოლანტარქტიკული. (ა. ტახტაჯიანის მიხედვით „დედამიწის ფლორისტული რეგიონები“ (1986 წ.) ნეოტროპიკული სამეფო დაყოფილია 5 ოლქად: კარიბის, გაიანას მაღალი მთის, ამაზონის, ბრაზილიის და ანდის ოლქი, ხოლო ჰოლანტარქტიკული სამეფო 2 ოლქად - ფერნანდესი და ჩილე-პატაგონია.

სამხრეთი ამერიკა მოიცავს დაახლოებით 82 000 სახეობას, რომლის 90% ენდემურია. კონტინენტი გამოირჩევა უხვი ტენით, ხშირია ტროპიკული წვიმები, დასავლეთის სუბტროპიკული ზონაში ზაფხული მშრალია, ზამთარი წვიმიანი. აღმოსავლეთით ნალექების

რაოდენობა იზრდება. გზდება გვალვიანი რაიონებიც. ნიადაგობრივი საფარი წარმოდგენილია მოწითალო-ყვითელი მიწებით.

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ფლორისტული სიმდიდრე, მცენარეთა წარმოშობის მიხედვით ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებებშია თავმოყრილი, რომელიც ამჟამად 9 ფიტოგეოგრაფიული განყოფილებითაა წარმოდგენილი. სამხრეთი ამერიკის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილება ზღვისკენ მიქცეულ, დატერასებულ, ქარისგან დაცულ ფერდობზეა გაშენებული (სურ. №1). ბაღში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 14-15°-ია, ნიადაგები ძირითადად წითელმიწაა.



სურ. №1 სამხრეთი ამერიკის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ხედი

აქედან გამომდინარე, კვლევის მიზანს წარმოადგენდა 2014-2019 წლებში ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ჩატარებული მცენარეთა ინვენტარიზაციის შედეგად, სამხრეთი ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში არსებული კოლექციის სახეობრივი ანალიზი, მათი ბუნებრივი გავრცელების არეალის დაზუსტება, შესაბამისი ფლორისტული ოლქისთვის მიკუთვნება, სახეობათა ფლორისტული გავრცელების ანალიზის საფუძველზე ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში ნაკვეთების გამოყოფა და შესაბამისი ოლქის სახელის მინიჭება და მცენარეთა ყოველწლიური დარგვებისას ფლორისტული ოლქის შესაბამისად დარგვა.

კვლევის მეთოდოლოგია: სახეობების ბუნებრივი გავრცელების არეალები დაზუსტებულია Plants of the world online – საიტის საშუალებით, სხვადასხვა ფლორისტულ ოლქთან მიკუთვნება განხორციელდა ა. ტახტაჯიანის მიხედვით The floristic regions of the world-ის მეშვეობით.

შედეგები: მცენარეთა ინვენტარიზაციის შედეგადად (2015-2019წწ.) სამხრეთი ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში ირიცხება 15 ოჯახის, 19 გვარის 23 ტაქსონი. დაზუსტდა მათი ბუნებრივი გავრცელების არეალები და სახეობრივი ანალიზის საფუძველზე სამხრეთი ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში გამოიყო ორი ფლორისტული ოლქი: ჩილე-პატაგონიის და ბრაზილიის.

კოლექციაში არსებული 23 ტაქსონიდან 7 ტაქსონი მიეკუთვნება ორივე ოლქს - *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Quillaja brasiliensis* (A.St.-Hil. & Tul.) Mart., *Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G.Lohmann, *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn., *Psidium cattleianum* Afzel. ex Sabine, *Lantana camara* L. ბრაზილიის ოლქს 5 ტაქსონი - *Butia capitata* (Mart.) Becc., *Abutilon pictum* (Gillies ex Hook.) Walp., *Schinus terebinthifolia* Raddi, *Manihot carthaginensis* (Jacq.) Müll.Arg., *Citharexylum reticulatum* Kunth. ჩილე-პატაგონიის ოლქს 11 ტაქსონი - *Araucaria araucana* (Molina) K.Koch, *Cestrum parqui* (Lam.) L'Hér., *Colletia armata* Miers, *Colletia paradoxa* (Spreng.) Escal., *Jubaea chilensis* (Molina) Baill., *Luma apiculata* (DC.) Burret, *Peumus boldus* Molina, *Schinus polygama* (Cav.) Cabrera, *Podocarpus nubigenus* Lindl., *Acca sellowiana* (O.Berg) Burret, *Passiflora caerulea* L. საერთაშორისო „წითელი ნუსხით“ (IUCN) დაცულობის სტატუსს გააჩნია 10 სახეობას: *Araucaria angustifolia* - კრიტიკულ საფრთხეში მყოფი (CR); *Araucaria araucana*, *Jubaea chilensis* - საფრთხეში მყოფი (EN); *Podocarpus lambertii*, *Podocarpus nubigenus* - საფრთხესთან ახლოს მყოფი (NT); *Citharexylum reticulatum*, *Cestrum parqui*, *Luma apiculata*, *Peumus boldus*, *Schinus polygama* -საჭიროებს ზრუნვას (LC).

დასკვნა:

1. მცენარეთა ინვენტარიზაციის შედეგადად (2014-2019) სამხრეთი ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში აღრიცხულია 15 ოჯახის, 19 გვარის 23 ტაქსონი
2. დაზუსტებულია მცენარეთა ბუნებრივი გავრცელების არეალები, რომელთაგან უმრავლესობა გავრცელებულია ჩილე-პატაგონიის და ბრაზილიის ფლორისტულ ოლქში და შესაბამისად სახეობრივი ანალიზის საფუძველზე სამხრეთი ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში გამოიყო 2 ფლორისტული ოლქი - ჩილე-პატაგონია და ბრაზილია
3. განყოფილებაში არსებული ტაქსონებიდან 7 გავრცელებულია ორივე ოლქში, 11 ტაქსონი მხოლოდ ჩილე-პატაგონიის ოლქში და 5 ტაქსონი ბრაზილიის ოლქში.
4. საერთაშორისო „წითელი ნუსხით“ (IUCN) დაცულია 10 სახეობა, აქედან კრიტიკულ საფრთხეში მყოფი (CR) - 1; საფრთხეში მყოფი (EN) - 2; საფრთხესთან ახლოს მყოფი (NT) - 2; საჭიროებს ზრუნვას (LC) - 5 სახეობა.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. „ბათუმის ბოტანიკური ბაღი, 100“, გამომცემლობა „საჩინო“, თბილისი, 2012.
2. ვ. პაპუნძე, ნ. ბაგრატიშვილი „საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბათუმის ბოტანიკური ბაღი“, „მეცნიერება“, 1998
3. Тахтаджян А. Л. „Флористические области Земли“, Ленинград "НАУКА" Ленинградское отделение 1978.
4. D.R. Zenni et al. „Plants invasions in South America“, Springer Nature Switzerland AG 2022.
5. <https://powo.science.kew.org/>
6. <http://www.theplantlist.org/>
7. <https://www.iucnredlist.org/>

Diversity of Chilean-Patagonian and Brazilian Floristic Regions in Batumi Botanical Garden

Lana Kodanovi

PHD in Biology

Batumi Botanical Garden

Curator of South American, New Zealand and Australian plant collection

lkodanovi@gmail.com

Tel: 577 10-16-40

Introduction and Research Goal: Floristic zoning involves dividing the Earth's surface into floristic districts of various ranks. Within each district, the flora is relatively uniform and distinct from the flora of other districts. The kingdom is the largest unit of floristic zoning, followed by the district and the province.

South America is home to approximately 82,000 species, with 90% of them being endemic. The continent experiences abundant moisture, frequent tropical rains, dry summers in the western subtropical zone, and rainy winters. Precipitation levels increase towards the east, with some areas experiencing drought. The soil cover is primarily reddish-yellow.

The Batumi Botanical Garden houses diverse flora, organized into phytogeographical divisions based on the plants' origin. Currently, it includes 9 phytogeographical divisions. The South American phytogeographic section is situated on a terraced, wind-protected slope facing the sea. The average air temperature in the garden is 14-15 °C, and the predominant soil type is red soil.

Due to the diversity of plants, the continent includes 2 kingdoms - Neotropical and Holantarctic. According to A. Takhtajian in "Floristic Regions of the Earth" (1986).

The Neotropical Kingdom is further divided into 5 regions: Caribbean, Guyana Highlands, Amazon, Brazil and Andes. The Holantarctic Kingdom is divided into 2 regions - Fernandez and Chile-Patagonia. Therefore, the study aims to determine the natural distribution of the collection in the phytogeographical section of South America, which includes 15 families, 19 genera, and 23 taxa, categorize them into the corresponding floristic district, analyze and separate the plots, name the district, and plant the species according to the floristic district during the annual planting.

Research Methodology: The natural distribution areas of the species have been defined using the Plants of the World Online website. Assignment to different floristic regions has been done according to the Floristic Regions of the World by A. Takhtajian.

Results: The natural distribution areas were specified and two floristic regions were distinguished in the phytogeographical section of South America: Chile-Patagonia and Brazil. Out of the 23 species in the collection, 7 species are found in both districts: *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Quillaja brasiliensis* (A.St.-Hil. & Tul.) Mart., *Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G.Lohmann, *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn., *Psidium cattleianum* Afzel. ex Sabine, *Lantana camara* L.; 5 species in the Brazil district: *Butia capitata* (Mart.) Becc., *Abutilon pictum* (Gillies ex Hook.) Walp., *Schinus terebinthifolia* Raddi., *Manihot carthaginensis* (Jacq.)

Müll.Arg., *Citharexylum reticulatum* Kunth. 11 species were identified in the Chile-Patagonia district: *Araucaria araucana* (Molina) K.Koch, *Cestrum parqui* (Lam.) L'Hér., *Colletia armata* Miers, *Colletia paradoxa* (Spreng.) Escal., *Jubaea chilensis* (Molina) Baill., *Luma apiculata* (DC.) Burret, *Peumus boldus* Molina, *Schinus polygama* (Cav.) Cabrera, *Podocarpus nubigenus* Lindl., *Acca sellowiana* (O.Berg) Burret, *Passiflora caerulea* L.

Conclusion: Based on the analysis of the natural distribution of plants and species, we can conclude that the species distribution area in the phytogeographical section of South America includes both regions. Additionally, there are species that are distributed only in one region.

Keywords: floristic zoning, flora of South America, Batumi Botanical Garden, biodiversity, collection



State strategy of labor safety and ways of establishing a risk assessment system in the construction sector

Mariam Darakhvelidze

PhD student, Department of Labor Safety and Emergency Management, Georgian Technical University; m.darakhvelidze2109@gmail.com

Abstract

Construction is one of the most dangerous branches of industry, which is associated with high physical load. Employees in this sector perform risky jobs, therefore it is necessary to have a complete system of risk assessment in the country. In the paper is discussed the present practice in the country, the steps taken in this direction and the existing needs.

Keywords: risk, hazard, risk assessment system, legislation, adopted technical regulations.

1. Introduction

Construction is one of the most dangerous branches of industry, which is associated with high physical load and It is included in the five most dangerous professions in Georgia (builder, miner, electrician, welder and fireman). The construction sector is one of the sectors with the most frequent practices of informal employment and violations of fundamental labor rights. However, it mainly involves unstable, short-term, often informal and low-paid jobs and is characterized by gross violations of labor laws, which may also be related to insufficient safety regulations and/or existing enforcement mechanisms.

Construction workers may be at high risk of health problems. For example, falling from a height, exposure to asbestos, physical trauma, hand and arm vibration syndrome, cement burns and etc.

According to the estimates of the International Labor Organization (ILO), 340 million occupational accidents and 160 million occupational diseases are recorded in the world every year.

It is estimated by the ILO that the construction industry has a disproportionately high rate of accidents and traumatism compared to other branches of industry. Analyzing the percentage of injured people, it is clear that the construction sector is characterized by high risk factors.

2. The main part

Labor safety and health protection obligations in Georgia are regulated by various legislative acts. Until 2006, labor safety and health issues were supervised by the State Labor Inspectorate in Georgia. [1] The abolition of the supervisory service resulted in the breakdown of labor safety standards and a sharp increase in industrial incidents. The lack of labor safety culture has become one of the serious challenges in the country. It was necessary for the state to take such steps that would contribute to the establishment of a labor safety system.

In 2015, the Labor Conditions Inspection Department was established in the Ministry of Labor, Health and Social Protection of Georgia. During this period, the department's authority was limited to voluntary inspections and recommendations. During the mentioned period, work was started regarding the introduction of changes in the existing legislative acts [2].

In 2018, the Law of Georgia "On Occupational Safety" was adopted, which became the organic law of Georgia on February 19, 2019. In 2020 was adopted the law of Georgia "On Labor Inspection"[3] and from 2021, the labor conditions Inspection Department was canceled and Labour Inspection office was created.[4]

Every year, along with the legislative changes, the number of objects inspected by the Labour Inspection office increased, including in the construction sector.

After the implementation of the Organic Law of Georgia "On Occupational Safety", during 2019, the department carried out 1264 inspections, of which 298 were in the construction sector. [5] According to the 2020-2021 activity report of the labor conditions inspection department, On the basis of the organic law of Georgia "On Occupational safety", primary and follow up inspections were carried out on 1,298 objects, of which 374 were in the construction sector.[6] In 2022, in the construction sector, 232 objects were inspected on a scheduled basis, and 155 objects were inspected on an unscheduled basis.[7] As for 2023, 776 inspections were carried out in this sector.[8]

On January 30, 2020 the Minister of Internally Displaced Persons from the Occupied Territories, Labour, Health and Social Affairs of Georgia issued the order N01-15/N "On approval of the rule of risk assessment in the workplace".[9] According to the order: Purpose of the "Rule of risk assessment in the workplace" is to determine the minimum requirements and procedures for occupational risk assessment in the workplace and help employers to take preventive measures for the safety and health of employees."

According to the resolution N80 of February 6, 2020 of the Government of Georgia "On approval of the methods of determining the priority sectors of economic activity and the rule of risk assessment", the construction sector belongs to a particularly high-risk sector, therefore construction sites are required to update the risk assessment document within 10 calendar days.

On October 31, 2018, the Minister of IDPs from the Occupied Territories of Georgia, Labor, Health and Social Protection issued Order N01-25/N "On Approval of the Scope, Implementation Rules and Conditions of the Accredited Labor Safety Specialist Program".[10] In accordance with Georgian legislation and established practice, hazards are identified and risk assessment is carried out at the site by an accredited labor safety specialist. From 2018 to September 2021, the inspections carried out by the Labor Inspection Department and later by the Labor Inspection office and the reality in the

construction sector has shown that despite having accredited specialists on the site and approving the risk assessment rule, the number of industrial accidents is still quite high. One of the reasons for this was incorrectly and incompletely identified hazards and assessed risk, as well as incorrectly planned control measures and lack of control over the implementation of said measures.

Over the years, numerous accidents caused by misjudged hazards have made it necessary to take additional steps. An occupational safety specialist is a person who is responsible for identifying each hazard, assessing the risk, planning control measures and providing information to the employer. The life of each employee and the creation of a safe working environment depend on these components. A highly qualified occupational safety specialist means another big step towards the goal. Based on this reality, the country began to search for ways to solve additional problems and on September 13, 2021 the Minister of IDPs from the Occupied Territories of Georgia Labor, Health and Social Protection issued Order N01-81/N "On Approval of the Scope, Implementation Rules and Conditions of the Accredited Labor Safety Specialist Program" on making changes to the Minister of IDPs from the Occupied Territories of Georgia, Labor, Health and Social Protection issued Order N01-25/N of October 13, 2018". This order aims to raise the knowledge of occupational safety specialists and increase the number of qualified personnel in the country. The accredited program was divided into several directions, which include the program in the following directions: For low and medium risk objects, a special and complete program. This gives the occupational safety specialist the opportunity to choose the direction in which he intends to develop further. Also within this change, the length of time required for teaching has increased.[11]

On October 27, 2017, the Government of Georgia adopted Resolution N477 of the Government of Georgia "On approval of the technical regulation on safety requirements for work at height". [12] This document defines the basic requirements and general principles of preventive measures during the performance of works at height in those works where there is a danger of falling from a height of 2 meters or more. The technical regulations include requirements regarding the following issues: Installation and operation of guardrails, installation and operation of scaffolding, suspended scaffolding, portable scaffolding, scaffold load capacity and inspection, safety nets, personal protective equipment against falling from a height, warning barriers, portable ladders and necessary training on the construction site.

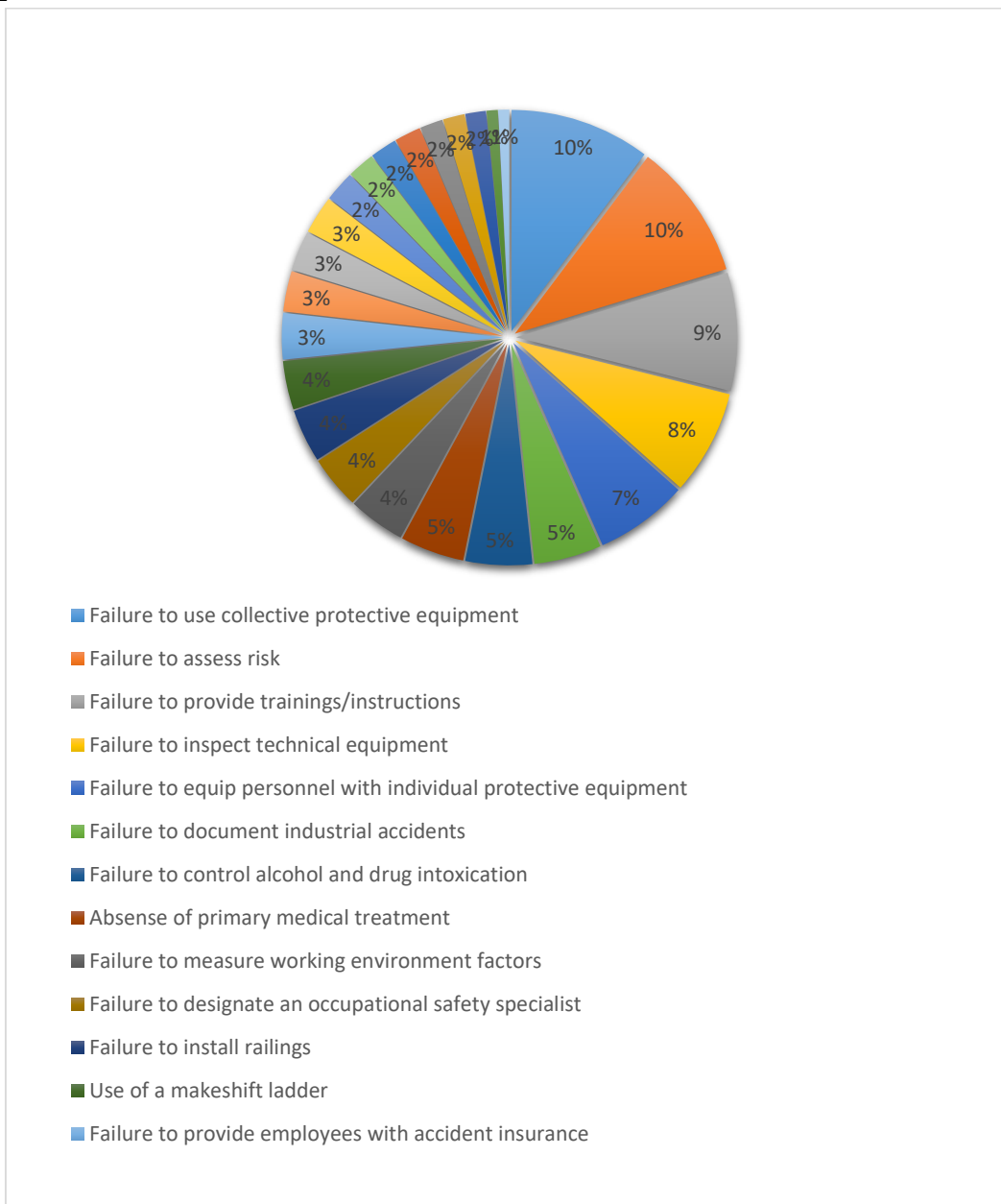
Resolution N361 of the Government of Georgia was adopted by the Government of Georgia on May 27, 2014 "On approval of the technical regulation on construction safety" which regulates such issues as: Organization of the construction site, operation of technical equipment and tools, operation of construction machines and mechanisms, loading and unloading works, earthworks, drilling works, Arrangement of foundations, concrete and reinforced concrete works, installation works, insulation works, Cladding works, electrical installation works, underground works and dismantling of buildings.[13]

3. Conclusion

The issue of establishing an effective risk assessment system in the construction sector is still relevant. Since the establishment of the Department of Inspection of Labor Conditions, many steps

have been taken by the state towards the establishment of the aforementioned system. An example of this is to increase the mandate of the Labor Inspection Office, presence of active control in the country and many legislative changes. However, despite these steps, based on the current reality, we still do not have a perfect risk assessment system in Georgia.

The relevance of the mentioned issue is also emphasized by the situation and practice in the country over the years. The 2022 report of the Labor Inspection Service provides the relative frequencies of violations from the instructions issued during inspections, where the issue of risk assessment occupies the largest place.



In the construction sector, according to the data of 2022, 387 objects were inspected by the Labour Inspection office and protocols of 387 administrative offenses and relevant references were made. Out of the instructions issued by the labour Inspection office, 370 objects lacked the document of hazard identification and risk assessment. The basis for issuing a reference by the service is as follows: the hazard identification and risk assessment documents were not presented, or the document presented

by the object did not comply with the requirements defined by the legislation of Georgia and also the hazards that actually existed were not fully assessed for the object.

The existence of a risk assessment system is important for all countries. Accordingly, there are different practices and approaches to this issue. As a result of the analysis of the information found in the research process and the existing practices in Georgia, it is necessary to find ways (Implementation of legislative changes), which leads to the establishment of a perfect risk assessment system.

References:

1. Organic Law of Georgia "On Occupational Safety" (19.02.2019)
2. Summary Report of the Labor Conditions Inspection Department (2015-2017). https://lio.moh.gov.ge/editor/upload/20230425042928-LCID%20Report%20_2015%20-%202017.pdf
3. Report of the Labour Conditions Inspection Department (2018). <https://lio.moh.gov.ge/report/2018.pdf>
4. Law of Georgia "On Labour Inspection" (29.09.2020)
5. Report of the Labour Conditions Inspection Department (2019). <https://lio.moh.gov.ge/editor/upload/20230425042732-LCID-Report-2019-GEO.pdf>
6. Report of the Labour Inspection Office (2021). <https://lio.moh.gov.ge/report/2021.pdf>
7. Report of the Labour Conditions Inspection Department (2020). <https://lio.moh.gov.ge/report/2020.pdf>
8. Report of the Labour Inspection Office (2022). <https://shorturl.at/9rdI6>
9. Report of the Labour Inspection Office (2023). https://lio.moh.gov.ge/editor/upload/20240606033109-FINAL%20REPORT_2023_GEO.pdf
10. Order of the Minister of Internally Displaced Persons from the Occupied Territories, Labour, Health and Social Affairs of Georgia N01-15/N "On approval of the rule of risk assessment in the workplace". (12.09.2018)
11. Order of the Minister of Internally Displaced Persons from the Occupied Territories, Labour, Health and Social Affairs of Georgia N01-25/N "On Approval of the Scope, Implementation Rules and Conditions of the Accredited Labor Safety Specialist Program".
12. Resolution N477 of the Government of Georgia "On approval of the technical regulation on safety requirements for work at height"(27.10.2017)
13. Resolution N361 of the Government of Georgia "On approval of the technical regulation on construction safety" (27.05.2014)

შრომის უსაფრთხოების სახელმწიფო სტრატეგია და სამშენებლო სექტორში რისკების შეფასების სისტემის ჩამოყალიბების გზები

მარიამ დარახველიძე

დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტი, m.darakhvelidze2109@gmail.com

აბსტრაქტი

სამშენებლო სექტორი წარმოადგენს არაფორმალური დასაქმებისა და შრომის ფუნდამენტური უფლებების დარღვევის ერთ-ერთ ყველაზე ხშირი პრაქტიკის მქონე ფორმალურ სექტორს. ამასთან, ძირითადად მოიცავს არასტაბილურ, მოკლევადიან, ხშირად არაფორმალურ და დაბალანაზღაურებად სამუშაო ადგილებს და ხასიათდება შრომითი კანონმდებლობის უხეში დარღვევებით, რაც შესაძლოა ასევე უკავშირდებოდეს უსაფრთხოების არასაკმარის რეგულაციებს და/ან არსებული რეგულაციების აღსრულების მექანიზმებს. ნაშრომში განხილულია სახელმწიფოს მხრიდან გატარებული მთელი რიგი ღონისძიებები, რომლებიც ხელს უწყობს შრომის უსაფრთხოების სისტემის ჩამოყალიბებას. სტატიაში წარმოდგენილია შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის ყოველწლიური საქმიანობის ანგარიში და მოცემულია 5 ყველაზე სახიფათო სექტორის მიხედვით დაშავებულთა და გარდაცვალებულთა შემთხვევების სტატისტიკური მონაცემები.

საკვანძო სიტყვები: რისკი, საფრთხის, რისკის შეფასების სისტემა, კანონმდებლობა, მიღებული ტექნიკური რეგლამენტი.



შრომის უსაფრთხოების სისტემის დანერგვა და განვითარება საქართველოსა და სხვა ქვეყნებში

პროფ. ნინო რატიანი, პროფ. ნანა რაზმაძე, დოქტორანტი მარიამ დარახველიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო
სიტუაციების მართვის დეპარტამენტი

აბსტრაქტი

ნაშრომში წარმოდგენილია საქართველოს საკანონმდებლო რეგულაციები შრომის უსაფრთხოების მიმართულებით, წლების მიხედვით საკანონმდებლო ცვლილებები პროფესიული უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით და კანონმდებლობით განსაზღვრული შრომის ინსპექციის ფუნქცია-მოვალეობა, რომელიც განისაზღვრებოდა საწარმოებში შრომის დაცვასთან კავშირში არსებული მოთხოვნების შესრულების ზედამხედველობით. ნაშრომში ასევე განხილულია წლების მიხედვით სსიპ შრომის ინსპექციის მიერ საანგარიშო პერიოდში სამუშაო სივრცეში მომხდარი უბედური შემთხვევები სტატისტიკური მონაცემები, ასევე ადამიანის უფლებების სწავლებისა და მონიტორინგის ცენტრის მიერ ჩატარებული კვლევის „შრომის ინსპექტირების მექანიზმის შეფასება და დასაქმებულთა შრომითი უფლებების მდგომარეობა საქართველოში“ შედეგების მიხედვით გაცემული რეკომენდაციები. ნაშრომში წარმოდგენილია პროფესიული რისკების შეფასების სისტემის საერთაშორისო გამოცდილება.

საკვანძო სიტყვები: რისკის რეიტინგი, რისკის შეფასება, ინსპექტირება, ტექნიკური რეგლამენტი, ინციდენტის დადგომის ალბათობა.

1. შესავალი

დასაქმებულების ერთ-ერთ ფუნდამენტურ უფლებას წარმოადგენს სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის უფლება, რაც გამყარებულია სახელმწიფოს უზენაესი კანონით „საქართველოს კონსტიტუციით“. 1995 წელს მიღებულ საქართველოს კონსტიტუციაში [1] აღნიშნულია, რომ შრომა არის თავისუფალი, შესაბამისად ყველა ადამიანს აქვს უფლება თავისუფლად აირჩიოს სამუშაო, პროფესია თუ სფერო. თითოეული სახელმწიფოსათვის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ასპექტი არის ადამიანებისათვის ღირსეული სამუშაოსა და უფლების უზრუნველყოფა. აღნიშნული უფლების დასაცავად იყო მიზანმიმართულის საქართველოსა და ევროკავშირს შორის 2014 წელს დადებული ასოცირების შეთანხმება [2],

რომელიც ძალაში შევიდა 2016 წელს. საქართველოში არსებული თუ მიღებული კანონები შესაბამისობაში უნდა მოდიოდეს ევროკავშირის სტანდარტებთან.

საქართველოს უზენაესი კანონის - საქართველოს კონსტიტუციის შესაბამისად ქვეყანა ვალდებულია დაიცვას ადამიანის უფლება - ჰქონდეს უსაფრთხო სამუშაო პირობები. აღსანიშნავია, რომ 1997 წელს საქართველოში არსებულ შრომის კოდექსში[3] შეტანილ ცვლილებაში გაჩნდა შრომის კანონმდებლობის შესრულებაზე ზედამხედველობის ვალდებულება. ამ პერიოდიდან მკაფიოდ გამოჩნდა საჭიროება, რომ ყურადღება გამახვილებულიყო არა მხოლოდ კანონმდებლობის მიღებაზე, არამედ მათი აღსრულების აუცილებლობაზეც. სწორედ ამ პერიოდიდან იქნა განსაზღვრული შრომის ინსპექციის ფუნქცია-მოვალეობა, რომელიც განისაზღვრებოდა საწარმოებში შრომის დაცვასთან კავშირში არსებული მოთხოვნების შესრულების ზედამხედველობით. შესაბამისად შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის საკითხებს საქართველოში ზედამხედველობას უწევდა შრომის სახელმწიფო ინსპექცია, რომელიც 2006 წელს გაუქმდა, რადგან ამ პერიოდში ქვეყანაში მიღებულ იქნა ახალი შრომის კოდექსი, რომელიც უკვე აღარ საუბრობდა შრომის ინსპექციისა და შრომის პირობების დაცვის ზედამხედველობასთან დაკავშირებით. ქვეყანაში თითქმის სრულად გაუქმდა შრომის პირობებთან დაკავშირებული კანონმდებლობა და როგორც უკვე აღვნიშნე, ასევე გაუქმდა შრომის სახელმწიფო ინსპექციაც. აღნიშნულ რეფორმებს შედეგად მოჰყვა დასაქმებულთა უფლებო მდგომარეობაში დატოვება, მათი უსაფრთხოებისა და უფლებების ხშირი დარღვევა და ეს ყველაფერი ნათლად აისახა სამუშაო ადგილებზე დასაქმებულების დაშავებისა თუ გარდაცვალების განხორციელებულ ფაქტებზე. 2006 წელს მიღებული ახალი კანონით „საქართველოს შრომის კოდექსი“ გაუქმდა შრომის ინსპექციის დებულება, რომელშიც საკმაოდ მკაფიოდ იყო გაწერილი იმ პერიოდისათვის შრომის ინსპექციის სამსახურის ფუნქცია-მოვალეობები.

ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ პერიოდამდე საქართველოში არსებობდა შრომის დაცვის ეროვნული საინფორმაციო ცენტრი [4], რომელიც მიზნად ისახავდა დასაქმებულთა ინფორმირებულობას კანონმდებლობით განსაზღვრული ნორმების დაცვის აუცილებლობასთან დაკავშირებით. 2006 წელს აღნიშნული ცენტრიც გაუქმდა.

ადამიანის უფლებაა ცხოვრობდეს მისი ჯანმრთელობისათვის უვნებელ გარემოში. ამ უფლებას 2006 წლამდე იცავდა სანიტარული ზედამხედველობის ინსპექცია, რომელიც ამ პერიოდში მომხდარ ცვლილებებს შეეწირა და სხვა, ქვეყნისათვის არასაჭიროდ მიჩნეულ გაუქმებულ ორგანიზაციებს შორის მოექცა.

2. საქართველოს საბაზისო კანონების განხილვა

2006 წელს მიღებულ საქართველოს კანონი „საქართველოს შრომის კოდექსს“ 2010 წლიდან ორგანული კანონის სტატუსი მიენიჭა, მასში ცვლილებების შეტანის გარეშე. ამ პერიოდიდან კიდევ 3 წლის განმავლობაში არ განხორციელებულა ორგანულ კანონად აღიარებულ შრომის კოდექსში ცვლილებების შეტანა, მიუხედავად იმისა, რომ ის სრულად ეწინააღმდეგებოდა ევროკავშირის დირექტივებსა და ევროპის სოციალურ ქარტიას[5], რომლის რატიფიცირებაც ქვეყანამ 2005 წელს მოახდინა.

2013 წლიდან დაიწყო საქართველოს შრომის კოდექსში გარკვეული ცვლილებების შეტანა, თუმცა ამ ეტაპზეც აღნიშნული ცვლილებები არ ეხებოდა შრომის უსაფრთხოებას. 2015 წელს საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროში შეიქმნა შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტი. აღნიშნულ პერიოდში დაიწყო მუშაობა არსებულ საკანონმდებლო აქტებში ცვლილებების შეტანასთან დაკავშირებით და თანდათან შეიქმნა ძირითადი საკანონმდებლო ბაზა, რომელზეც დამყარებულია ქვეყანაში არსებული შრომის უსაფრთხოების სისტემა. აღნიშნული დეპარტამენტის ფუნქცია მოვალეობებში გაწერილ იქნა შრომის კანონმდებლობის დაცვაზე ზედამხედველობა [6], პირველ ეტაპზე აღნიშნული სამსახურის უფლებამოსილება იყო რეკომენდაციის გაცემა [7], რაც გულისხმობდა, რომ სამსახურს უფლება ჰქონდა განეხორციელებინა ობიექტზე ინსპექტირება და ამ პერიოდში აღმოჩენილ დარღვევებზე გაეცა შესაბამისი რეკომენდაციები მათი აღმოფხვრისათვის. ამ პერიოდში განხორციელებული ინსპექტირებების შეფასებამ და სამუშაო ადგილებზე მომხდარმა დიდი რაოდენობით უბედურმა შემთხვევებმა დაუდო სათავე შრომის ინსპექციის სამსახურის მანდატის გაზრდასა და შრომის უსაფრთხოების კანონის მიღებას. ასევე საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ 2015-2017 წლების განმავლობაში ობიექტებზე დაფიქსირებული დარღვევების 6.5% შეადგენს ობიექტზე უსაფრთხოების მენეჯერის არარსებობას, რაც გულისხმობს იმას, რომ ობიექტებზე არ არის დანიშნული შრომის უსაფრთხოებაზე პასუხისმგებელი პირი, რომელიც მოახდენს საფრთხეების იდენტიფიცირებასა და რისკების შეფასებას.[8]

ასევე აღსანიშნავია, რომ 2017 წელს საქართველოს სახალხო დამცველის მიერ ჩატარდა კვლევა „ეროვნული საბაზისო კვლევა ბიზნესი და ადამიანის უფლებების შესახებ“[9] კვლევაში აღნიშნულია, რომ საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2015 წლის 21 აპრილის N01-10/ნ ბრძანებით დამტკიცდა ამავე სამინისტროს შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის დებულება, რომლითაც შრომის უსაფრთხოების წესების დარღვევის შემთხვევაში სანქციების გამოყენების პირობები განსაზღვრული არ არის, შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტს შრომითი უსაფრთხოების შესასწავლად საკუთარი ინიციატივით არცერთ დაწესებულებაში შესვლის უფლებამოსილება არ აქვს, ასევე, დეპარტამენტს დარღვევების გამოვლენის დროს დამსაქმებლისთვის მხოლოდ რეკომენდაციის მიცემა შეუძლია, რომელსაც შესასრულებლად სავალდებულო ძალა არ გააჩნია, ასევე ინსპექტირების შედეგებზე ხელმისაწვდომობის უფლებას დეპარტამენტი მხოლოდ დამსაქმებელს აძლევს. შრომის უსაფრთხოების შესახებ ინფორმაცია არც საზოგადოებისთვის და არც დასაქმებულებისთვის ღია არ არის.

2017 წელს საქართველოს პარლამენტში წარდგენილ იქნა კანონპროექტი, რომელიც მიზნად ისახავდა სამუშაო ადგილებზე დასაქმებულების უსაფრთხოების დაცვას. აღნიშნულ კანონპროექტს საფუძვლად ედო „სამუშაო ადგილზე მუშაკთა უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის გაუმჯობესების ხელშეწყობის მიზნით ზომების შემოღების შესახებ“ 1989 წლის 12 ივნისის 89/391/EEC ევროსაბჭოს დირექტივა. აღნიშნული კანონპროექტის მოქმედება ვრცელდებოდა მხოლოდ მძიმე, მავნე და საშიშპირობებიან სამუშაოებზე, რომლის ჩამონათვალიც იმ პერიოდისათვის არ არსებობდა, თუმცა ამ კანონპროექტის ფარგლებში მოიაზრებოდა მისი განსაზღვრა კანონის ამოქმედებიდან 6 თვის შემდეგ. სწორედ ამ

კანონპროექტში გამოჩნდა ისეთი საკითხები, როგორცაა ტექნიკური აღჭურვილობის შემოწმება, პრევენციული ღონისძიებების დაგეგმვა, ობიექტზე პირის დანიშვნის საჭიროება, რომელიც გააკონტროლებდა და არ დაუშვებდა ალკოჰოლის ან და ნარკოტიკული ნივთიერების ზეგავლენის ქვეშ მყოფ დასაქმებულს სამუშაო ადგილზე. სწორედ ამ კანონპროექტმა შემოიტანა ისეთი დღეისათვის ერთ-ერთი ფუნდამენტური საკითხი, როგორცაა შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტის არსებობა, რომელსაც გავლილი ექნებოდა სპეციალური აკრედიტებული პროგრამა. აღნიშნული კანონპროექტით ასევე გაწერილი იყო შრომის ინსპექციის სამსახურის ფუნქცია-მოვალეობები, რომელიც გულისხმობდა შრომის უსაფრთხოების კანონდმებლობის აღსრულების კონტროლს, სამუშაო ადგილებზე მომხდარი უბედური შემთხვევების მოკვლევას და ზედამხედველი ორგანოს ფუნქციების დეტალურად გაწერისთვის დებულების შექმნას.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შრომის ინსპექციის სამსახურს აქამდე მხოლოდ რეკომენდაციების გაცემის უფლება ჰქონდა და სანქციის არანაირი სახე არ არსებობდა, თუმცა კანონპროექტმა შემოიტანა ისეთი ადმინისტრაციული სახდელები, როგორცაა გაფრთხილება, საქმიანობის შეჩერება და ჯარიმა. გაფრთხილებისა და ჯარიმის შემთხვევაში ადმინისტრაციული სამართალდარღვევის ოქმი შედგებოდა უშუალოდ შრომის ინსპექციის სამსახურის მიერ, ხოლო საქმიანობის შეჩერების შემთხვევაში საჭირო იყო სასამართლოს დადებითი გადაწყვეტილება. ამ კანონპროექტის განხილვის პერიოდში სახალხო დამცველის მიერ მითითებულ იქნა ხარვეზზე, რომელიც ეხება სწორედ საქმიანობის შეჩერების პროცესში შრომის ინსპექციის სამსახურის მიერ ადმინისტრაციული სამართალდარღვევის ოქმის შედგენის შემდგომ სასამართლოს გადაწყვეტილებას.[9] ასევე მათი მხრიდან საუბარი იყო ჯარიმის ოდენობის გაზრდაზე.

3. კანონების პრაქტიკაში გამოყენების მაგალითები

ასევე საყურადღებოა ადამიანის უფლებების სწავლებისა და მონიტორინგის ცენტრის 2017 წლის ანგარიში „შრომის ინსპექტირების მექანიზმის შეფასება და დასაქმებულთა შრომითი უფლებების მდგომარეობა საქართველოში“ [10]. აღნიშნულ ანგარიშში საუბარია შრომის ინსპექციის სამსახურის საკმარისი რაოდენობის კადრებით დაკომპლექტებაზე. ამ პერიოდისათვის სამსახური მუშაობდა 22 ინსპექტორით მთელი ქვეყნის მასშტაბით, რაც ავტორების აზრით ძალიან მცირეა ქვეყანაში არსებული საწარმოთა რაოდენობის გათვალისწინებით. ამ ანგარიშში ასევე წარმოდგენილია ის რისკები, რომელიც შესაძლებელია თან ახლდეს მსგავსი ტიპის სამსახურის სარსებობას, მათ შორის კორუფცია, გარიგებები და სხვა. ამის თავიდან ასარიდებლად კი საუბარია ინსპექტორებისათვის საჯარო მოხელის სტატუსის მინიჭება და შესაბამისი თანამდებობრივი სარგო.

აღნიშნულ ანგარიშში წარმოდგენილია რამოდენიმე ძირითადი საკითხი, რომლის გათვალისწინებაც აუცილებელი გახლდათ სამსახურის ეფექტიანი მუშაობისა და დასაქმებულებისათვის უსაფრთხო სამუშაო გარემოს შექმნისათვის. ეს საკითხებია:

- შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტი არის ცენტრალური ხელისუფლების დაქვემდებარებაში და მისი განსხვავებული სამართლებრივი ფორმით ფუნქციონირება უკეთეს შედეგებს მოიტანს
- განსასაზღვრია ანგარიშგების წესი და ძირითადი ინფორმაცია, რასაც უნდა შეიცავდეს სამსახურის მიერ წარმოდგენილი წლიური ანგარიშები
- დეპარტამენტს არ გააჩნია ტერიტორიული ერთეულები და ინსპექტორთა რაოდენობა არ არის შესაბამისი იმ საწარმოების და ობიექტების რაოდენობასთან, რომელიც ამ დროისათვის ფუნქციონირებს საქართველოში
- სხვადასხვა საზედამხედველო სამსახურების უფლებამოსილებებისა და ზედამხედველობის სფეროს გადაფარვის საკითხი

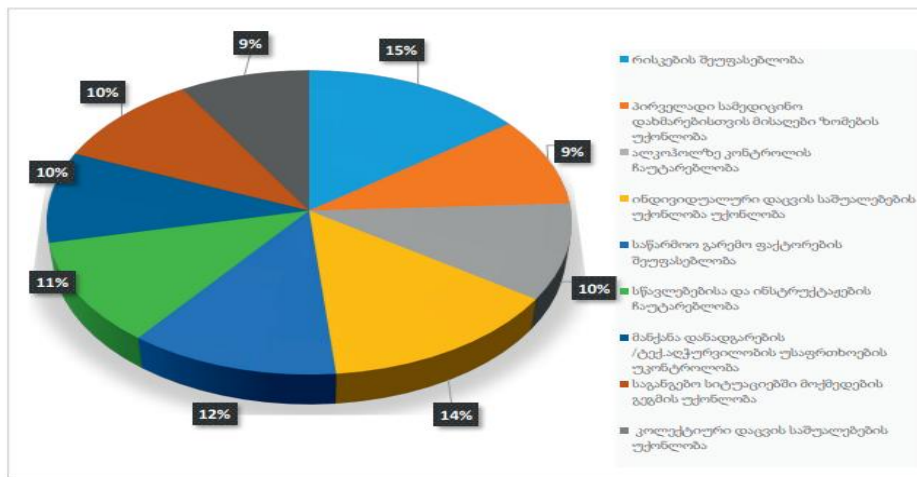
აღნიშნულ კვლევაში კიდევ ერთხელ არის ხაზგასმული თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ზედამხედველი ორგანოს არსებობა და მისთვის შესაბამისი ფუნქციების მინიჭება, რადგან არსებული მანდატით, რომელიც მოიცავს ინსპექციის სამსახურის ობიექტზე წინასწარი თანხმობის შედეგად დაშვებას, შრომის უსაფრთხოების მაღალ დონეზე დაცვას, არსებული დარღვევების დროულ გამოვლენასა და მასზე შესაბამის კვალიფიციურ რეაგირებას შეუძლებელს ხდის.

2018 წელს საქართველოს პარლამენტის მიერ მიღებულ იქნა საქართველოს კანონი „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“, რომლის საფუძველს წარმოადგენს ჩარჩო დირექტივა „სამუშაო ადგილზე მუშაკთა უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის გაუმჯობესების ხელშეწყობის მიზნით ზომების შემოღების შესახებ“. თუმცა აღნიშნული კანონით შრომის ინსპექციის მანდატი გავრცელდა მხოლოდ მომეტებული საფრთხის შემცველ მძიმე, მავნე და საშიშპირობებიან სამუშაოებზე. სამსახურს თავისი გადაწყვეტილებით არ ჰქონდა უფლება ობიექტზე განეხორციელებინა არაგეგმიური ინსპექტირება სასამართლოს ნებართვის გარეშე. მას შემდეგ რაც შეიქმნა საქართველოს კანონი „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“, დეპარტამენტის წარმომადგენლები ობიექტის მხრიდან მომართვის შემთხვევაში მცირე და საშუალო ბიზნესის წარმომადგენლებს ეხმარებოდა შრომის უსაფრთხოების სისტემის ჩამოყალიბებაში, კერძოდ კი საერთაშორისოდ აღიარებული რისკის შეფასების 5 საფეხურიანი სისტემის დანერგვაში. აღნიშნული სისტემა მოიცავს: საფრთხის იდენტიფიცირებას, დაშავებულთა სავარაუდო წრის, კონტროლის მექანიზმების, პასუხისმგებელი პირების განსაზღვრას და არსებული საფრთხის შეფასებასა და მონიტორინგს.



წყარო: შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის 2018 წლის საქმიანობის ანგარიში

2018 წელს დეპარტამენტის მიერ განხორციელებული ინსპექტირებების შედეგების შეჯამებით დადგინდა, რომ ობიექტებზე გამოვლენილი დარღვევებიდან პირველი ადგილი უჭირავს რისკების შეფასების სისტემის არ არსებობას (15%), კერძოდ ობიექტზე არ ხდება დამსაქმებლის მიერ გამოყოფილი შესაბამისი პირის მიერ არსებული საფრთხეების იდენტიფიცირება და რისკების შეფასება.



წყარო: შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის 2018 წლის საქმიანობის ანგარიში

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ 2018 წელს შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტი ასევე მოქმედებდა საქართველოს მთავრობის 2017 წლის 29 დეკემბრის N603 დადგენილებით „შრომის პირობების ინსპექტირების 2018 წლის სახელმწიფო პროგრამის დამტკიცების შესახებ“, რომლის სამიზნე ჯგუფები იყვნენ ის დამსაქმებლები, რომლებიც თანხმობას განაცხადებდნენ აღნიშნულ პროგრამაში მონაწილეობა[11]. აღნიშნული პროგრამის ფარგლებში დეპარტამენტის წარმომადგენლების მიერ ინსპექტირება განხორციელდა 109 კომპანიის 224 ობიექტზე. ობიექტებზე დაფიქსირებული დარღვევებიდან კი ყველაზე ხშირი აღმოჩნდა ობიექტზე რისკების შეფასების არ არსებობა. ასევე აღნიშნული დარღვევებიდან ობიექტების 6%-ს არ ჰყავს დანიშნული უსაფრთხოების სპეციალისტი, რომელმაც ობიექტზე მუშაობის ყველა ეტაპზე უნდა შეიმუშაოს თანმიმდევრული პრევენციული ღონისძიებების პოლიტიკის დოკუმენტი, შეაფასოს და მართოს რისკები.

2019 წლის 19 თებერვალს „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“ საქართველოს კანონს მიენიჭა ორგანული [12] კანონის სტატუსი. აღნიშნულ ცვლილებას მოჰყვა შრომის ინსპექციის სამსახურის მანდატის გაზრდა, რადგან კანონი შეეხო ეკონომიკური საქმიანობის ყველა დარგს და სამსახურს მიეცა უფლება ობიექტი შეემოწმებინა დღის და ღამის ნებისმიერ დროს. რა თქმა უნდა აღნიშნულ პროცესს წინააღმდეგობა მოყვა დამსაქმებელთა წარმომადგენლების მხრიდან, რადგან კანონის ეკონომიკური საქმიანობის ყველა დარგზე გავრცელება ნიშნავდა, რომ ყველა ობიექტს მოუწევდა კანონის შესაბამისად დამუშაო სივრცის მოწყობა რაც ასევე გულისხმობდა ფინანსური ხარჯის გაწევასაც. აღნიშნული ცვლილებების მიუხედავად ანალოგიური შედეგი იყო შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის მიერ 2019 წელს განხორციელებული ინსპექტირებების შედეგად გამოვლენილი დარღვევების შესწავლისას. ყველაზე ხშირად (11%) ობიექტებზე ისევ არ ხორციელდებოდა საფრთხეების იდენტიფიცირება და რისკების შეფასება. ასევე 2019 წელს მოქმედი „შრომის პირობების

ინსპექტირების 2019 წლის სახელმწიფო პროგრამის დამტკიცების შესახებ“ საქართველოს მთავრობის 2018 წლის 31 დეკემბრის N682 დადგენილების პირობებში განხორციელებული ინსპექტირებისას გამოვლენილი დარღვევების ყველაზე დიდი პროცენტული მაჩვენებლები აღმოჩნდა ობიექტზე შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტის არ არსებობა (8%) და რისკების შეუფასებლობა (8%).[13]

წლების განმავლობაში შრომის ინსპექციის სისტემის გაძლიერებამ გამოიწვია კანონმდებლობის უფრო ეფექტურად გამოყენება. ეს ცვლილება და მკონტროლებელი ორგანოს სრული ჩართულობა კანონმდებლობის ნორმების აღსრულების კონტროლზე, ასევე კარგად აისახა საქართველოში სამუშაო სივრცეში დაშავებულთა და გარდაცვილთა რაოდენობის კლებაზე. სტატისტიკური მონაცემებით 2018 წლიდან, შრომის უსაფრთხოების კანონის ამოქმედების შემდეგ, სამუშაო ადგილებზე 41%-ით არის შემცირებული უბედური შემთხვევების მაჩვენებელი. 2019 - 2022 წლის სტატისტიკური მონაცემებით, მხოლოდ სამშენებლო სექტორში დაიღუპა 74 და დაშავდა 195 ადამიანი. სსიპ შრომის ინსპექციის 2022 წლის ანგარიშის თანახმად, საანგარიშო პერიოდში სამუშაო სივრცეში მომხდარი უბედური შემთხვევის საფუძვლით ინსპექტირება განხორციელდა 192 ობიექტზე და მოკვლეულ იქნა სამუშაო სივრცეში მომხდარი 113 უბედური შემთხვევა. 2022 წლის საანგარიშო პერიოდში სამუშაო ადგილზე გარდაიცვალა 35 და დაშავდა 330 დასაქმებული.

4. სხვა ქვეყნების გამოცდილება

აღნიშნულ საკითხებთან დაკავშირებით საინტერესოა საერთაშორისო გამოცდილება. შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ შეიქმნა გზამკვლევი სამშენებლო სექტორისათვის. აღნიშნულ გზამკვლევაში სამშენებლო ობიექტზე განსახორციელებელი თითოეული სამუშაოს შესრულებისათვის საჭირო ნაბიჯები დეტალურად არის განხილული. ის ეხმარება ობიექტის ხელმძღვანელსა და შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტს ობიექტზე განსახორციელებელი ყველა სამუშაოს პროცესში შეაფასოს სრულად არსებული რისკები და მოახდინოს საფრთხეების იდენტიფიცირება.[14]

4.1. პოლონეთი

შრომის ეროვნული ინსპექცია (Inspekcja Pracy) პოლონეთში შეიქმნა 1919 წლის 14 ივლისს. იგი დაარსდა მას შემდეგ, რაც პოლონეთმა დამოუკიდებლობა მოიპოვა პირველი მსოფლიო ომის შემდეგ. ინსტიტუტის მთავარი როლი არის უზრუნველყოს შრომის კანონმდებლობის, შრომის უსაფრთხოებისა და სამუშაო პირობების დაცვა ქვეყანაში. ის გადამწყვეტ როლს თამაშობს მუშაკთა უფლებების დაცვაში და პოლონეთში სამართლიანი შრომითი პრაქტიკის პოპულარიზაციაში.

შრომის ეროვნული ინსპექცია არის ორგანო, რომელიც შექმნილია ზედამხედველობისა და შემოწმების მიზნით შრომის კანონმდებლობის შესაბამისი მოთხოვნების შესაბამისად. ის ზედამხედველობას უწევს შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის რეგულაციების დაცვას, აგრეთვე დასაქმებისა და სხვა ანაზღაურებადი სამუშაოს კანონიერების რეგულაციებს. შრომის ეროვნულ ინსპექციაზე ზედამხედველობას ახორციელებს შრომის დაცვის საბჭო, რომლის წევრებიც არიან პარლამენტის წევრები, სენატორები, პარლამენტის

მიერ შემოთავაზებული კანდიდატები, მინისტრთა საბჭოს პრეზიდენტი, პროფკავშირული და დამსაქმებელი ორგანიზაციები როგორც ექსპერტები და დაინტერესებული მხარეები. შრომის ეროვნული ინსპექციის ორგანიზაციული სტრუქტურა არის შემდეგნაირი: სათაო ოფისი, 16 საოლქო შრომის ინსპექტორატი, 42 ქვეუბანი და ნაციონალური შრომის ინსპექციის პროფესორ იან როსნერის მემორიალური სასწავლო ცენტრი ვროცლავში.

რისკის შეფასების პროცესი არის ჩატარებული სამუშაოების ყველა ასპექტის სისტემატური გამოკვლევა იმის გასათვალისწინებლად, თუ რამ შეიძლება გამოიწვიოს დაზიანება, არის თუ არა საშიშროება, შეიძლება თუ არა მისი აღმოფხვრა, რა პრევენციული ზომები არსებობს ან უნდა არსებობდეს რისკების გასაკონტროლებლად [15]. პოლონეთის შრომის კოდექსის მიხედვით (Ustawa, 1974), დამსაქმებელი ვალდებულია შეაფასოს და დააფიქსიროს შესასრულებელ სამუშაოსთან დაკავშირებული პროფესიული რისკები და მიმართოს აუცილებელ პრევენციულ ზომებს რისკის შესამცირებლად; ასევე აცნობებს თანამშრომლებს სამუშაოსთან დაკავშირებული პროფესიული რისკისა და რისკებისგან დაცვის პრინციპების შესახებ. პროფესიული რისკის შეფასების დოკუმენტი შემუშავებული უნდა იყოს იმ ადამიანების მიერ, რომლებსაც აქვთ ცოდნა კონკრეტულად ამ მიმართულებით.

პოლონეთში პროფესიული რისკის შეფასების საკანონმდებლო ბაზა ძირითადად რეგულირდება „შრომის ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების აქტით“ (Ustawa o BHP). ეს აქტი ადგენს მითითებებს და ვალდებულებებს დამსაქმებლებისთვის, რათა უზრუნველყონ თავიანთი თანამშრომლების ჯანმრთელობა და უსაფრთხოება თითოეულ სამუშაო ადგილზე. კანონის თანახმად, დამსაქმებლები ვალდებული არიან ჩაატარონ პროფესიული რისკების ყოვლისმომცველი შეფასება სამუშაო ადგილებზე. რისკის ამ შეფასებამ უნდა გამოავლინოს პოტენციური საფრთხეები, რომლებსაც თანამშრომლები შეიძლება დაექვემდებარონ თავიანთი მოვალეობების შესრულებისას და შეაფასონ რისკის დონე, რომელიც დაკავშირებულია თითოეულ საფრთხესთან. შეფასება უნდა მოიცავდეს სხვადასხვა ასპექტს, მათ შორის ფიზიკურ, ქიმიურ, ბიოლოგიურ და ფსიქოსოციალურ ფაქტორებს, რომლებმაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს თანამშრომლების ჯანმრთელობასა და უსაფრთხოებაზე.

პროფესიული რისკის შეფასების პროცესის ძირითადი საფეხურები, როგორც წესი, მოიცავს შემდეგს:

- საფრთხის იდენტიფიცირება: დამსაქმებლებმა უნდა დაადგინონ სამუშაო ადგილზე არსებული ყველა პოტენციური საფრთხე. ეს შეიძლება მოიცავდეს მანქანების, გამოყენებული ნივთიერებების, სამუშაო პროცესების და ორგანიზაციული ფაქტორების გამოკვლევას.
- რისკის შეფასება: საფრთხის იდენტიფიცირების შემდეგ, დამსაქმებლებმა უნდა შეაფასონ რისკების ალბათობა და სიმძიმე, რაც მათ უქმნიან თანამშრომლების ჯანმრთელობასა და უსაფრთხოებას. ეს შეფასება ეხმარება პრიორიტეტული ქმედებების გასაზღვრასა და რესურსების სწორ მართვაში.
- პრევენციული ღონისძიებების განხორციელება: რისკის შეფასების საფუძველზე დამსაქმებლებმა უნდა განხორციელონ შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებები გამოვლენილი რისკების მინიმიზაციის ან აღმოფხვრის მიზნით. ეს შეიძლება მოიცავდეს სამუშაო პროცესების შეცვლას, ინდივიდუალური დამცავი

აღჭურვილობის უზრუნველყოფას, ტრენინგის გაუმჯობესებას ან საინჟინრო კონტროლის განხორციელებას.

- რეგულარული მიმოხილვა და განახლებები: პროფესიული რისკის შეფასებები რეგულარულად უნდა განიხილებოდეს და განახლდეს, რათა უზრუნველყოფილი იყოს მათი ზუსტი და ეფექტიანი მუშაობა. სამუშაო ადგილზე ან სამუშაო პროცესებში ცვლილებებმა მათ შორის შეიძლება მოითხოვოს რისკის მართვის სტრატეგიების კორექტირება.
- დოკუმენტაცია: დამსაქმებლებს მოეთხოვებათ რისკების შეფასების პროცესის დოკუმენტირება, მათ შორის დასკვნები, განხორციელებული ქმედებები და განხორციელებული ნებისმიერი პრევენციული ღონისძიება.

რაც შეეხება შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტის როლს ამ პროცესში, შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტის ყოლა ობიექტზე სავალდებულოა, იმის უზრუნველსაყოფად, რომ სამუშაო ადგილები შეესაბამებოდეს ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების წესებს, რათა დაიცვან თანამშრომლები პოტენციური საფრთხისგან და უბედური შემთხვევებისგან.

პოლონეთში შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტის პასუხისმგებლობა შეიძლება მოიცავდეს შემდეგს:

- პროფესიული რისკების შეფასების ჩატარება: სამუშაო ადგილზე საფრთხეების იდენტიფიცირება, რისკების შეფასება და სტრატეგიების შემუშავება მათი შერბილების ან აღმოფხვრის მიზნით.
- უსაფრთხოების პოლიტიკის შემუშავება და განხორციელება: უსაფრთხოების პროცედურების, მითითებებისა და პოლიტიკის შექმნა და განხორციელება პოლონეთის შრომის კანონებისა და რეგულაციების შესაბამისად.
- ტრენინგი და განათლება: თანამშრომლებისთვის და მენეჯმენტისთვის უსაფრთხოების პრაქტიკისა და პროცედურების შესახებ ტრენინგების და სემინარების მიწოდება.
- უბედური შემთხვევის მოკვლევა და აღრიცხვა: სამუშაო ადგილზე ინციდენტების ან უბედური შემთხვევების მოკვლევა, ძირითადი მიზეზების იდენტიფიცირება და შესაბამისი ორგანოებისთვის შეტყობინებები.
- ინსპექტირება და აუდიტი: სამუშაო ადგილების რეგულარული ინსპექტირების ჩატარება უსაფრთხოების სტანდარტებთან და რეგულაციებთან შესაბამისობის უზრუნველსაყოფად.
- ინდივიდუალური და კოლექტიური დაცვის საშუალებების მონიტორინგი: აღჭურვილობისა და დამცავი ხელსაწყოების სათანადოდ შენახვა და საჭიროების შემთხვევაში თანამშრომლებისთვის ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფა.
- რეგულაციების განახლება: შრომის კანონებისა და რეგულაციების ცვლილებების შესახებ, რომლებიც დაკავშირებულია ჯანმრთელობასთან და უსაფრთხოებასთან და საჭირო განახლებების განხორციელება სამუშაო ადგილზე.
- თანამშრომლობა მენეჯმენტთან და დასაქმებულებთან: მჭიდრო თანამშრომლობა მენეჯმენტთან, თანამშრომლებთან და პროფკავშირებთან უსაფრთხოების კულტურის პოპულარიზაციისთვის და უსაფრთხოების ზომების განხორციელებაში თანამშრომლობის ხელშეწყობისთვის.

შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტის როლი გადამწყვეტია უსაფრთხო და ჯანსაღი სამუშაო გარემოს შესანარჩუნებლად, უბედური შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად და დასაქმებულთა კეთილდღეობის დასაცავად. ამ პოზიციის სპეციფიკური კვალიფიკაცია და მოთხოვნები შეიძლება განსხვავდებოდეს დამსაქმებლისა და ინდუსტრიის მიხედვით. როგორც წესი, სპეციალისტებს აქვთ შესაბამისი განათლება და სერთიფიკატები, რომლებიც დაკავშირებულია შრომის ჯანმრთელობასთან და უსაფრთხოებასთან.

პოლონეთში ვიზიტის და პოლონეთის შრომის ეროვნული ინსპექციის ხელმძღვანელსა და წარმომადგენლებთან გასაუბრებისას, ასევე სამშენებლო ობიექტზე პრაქტიკულად განხორციელებული ინსპექტირების შედეგად დადგინდა, რომ სამშენებლო ობიექტს აქვს ვალდებულება აწარმოოს საფრთხეების იდენტიფიცირებისა და რისკების შეფასების დოკუმენტი ყველა იმ სამუშაოზე, რომელიც ხორციელდება მშენებლობის დაწყებიდან მის დასრულებამდე. თუმცა აღნიშნულთან დაკავშირებით პასუხისმგებლობები გადანაწილებულია იმ ქვე კონტრაქტორებზე, რომელიც უშუალოდ ემსახურებიან სამშენებლო ობიექტს. ყველა ქვეკონტრაქტორი ვალდებულია თავის ნაწილში აწარმოოს აღნიშნული დოკუმენტი და აიღოს პასუხისმგებლობა ასევე მის ნაწილში შესასრულებელ ღონისძიებებსა და ვალდებულებებზე. თითოეული ქვეკონტრაქტორის დასაქმებულებს აცვიათ განსხვავებული ფერის ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები, რაც ეხმარებათ ობიექტის წარმომადგენლებს დარღვევის ან აუცილებელი გასატარებელი ღონისძიებისას მარტივ იდენტიფიცირებაში. მათთან გასაუბრებისას გაირკვა, რომ სხვადასხვა შეფერილობის ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები მათ ეხმარებთ დარღვევის შემთხვევაში კონკრეტულად მიუთითონ იმ კონტრაქტორ ორგანოს, რომლის დასაქმებულსაც საჭიროებს დამატების დაცვის საშუალებას ან არ გამოიყენებს მისთვის სავალდებულო აღჭურვილობას. შრომის ინსპექციის წარმომადგენლების შესვლისას, ობიექტის წარმომადგენელი წარუდგენს მათ საფრთხეების იდენტიფიცირებისა და რისკის შეფასების დოკუმენტაციას, რომელიც მოწოდებულია თითოეული ქვეკონტრაქტორის მიერ. შრომის ეროვნული ინსპექციის წარმომადგენლების მიერ გაცემული მითითებების შესასრულებლად პასუხისმგებლობა ასევე გადანაწილებულია თითოეულ ქვეკონტრაქტორზე. ასევე მათთან გასაუბრებისას გაირკვა, რომ შრომის ინსპექცია ობიექტის მიმართ სანქციის გამოყენებისას წერს მხოლოდ ერთ ოქმს, სადაც შეაქვს თითოეული ის დარღვევა, რომელიც დაფიქსირდა ობიექტზე და მიცემული გონივრული ვადის გასვლის შემდგომ გადამოწმების ეტაპზე არ იქნა გამოსწორებული. შესაბამისად სანქცია იწერება მხოლოდ ერთი ადმინისტრაციული სამართალდარღვევის ოქმით, თუმცა პასუხისმგებლობა დამსაქმებელსა და ქვეკონტრაქტორებს შორის წესრიგდება შიდა მოლაპარაკებების საშუალებით. რაც შეეხება შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტს, თითოეულ ობიექტს ყავს თავისი სპეციალისტი, რომელიც სრულად აკეთებს მონიტორინგს როგორც დამსაქმებლის ასევე მისი ქვეკონტრაქტორების ნაწილში არსებულ მოთხოვნებზე.

ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ საწარმოების პროფესიული რისკის შეფასებაში დასახმარებლად, შრომის დაცვის ცენტრალურმა ინსტიტუტმა (CIOP) შეიმუშავა დამხმარე ინსტრუმენტი: რისკის შეფასების კომპიუტერული პროგრამა, STER. აღნიშნული პროგრამა ეხმარება დამსაქმებელს შეაგროვოს და გააანალიზოს ინფორმაცია სამუშაო ადგილის შესახებ, რომელიც აუცილებელია, როგორცაა: დასახელება (კოდი) და სამუშაო ადგილის მისამართი,

იქ მომუშავე ადამიანების რაოდენობა, ტექნოლოგიური პროცესის აღწერა და გამოყენებული მასალები, მანქანების აღწერა და სამუშაო ადგილზე გამოყენებული სხვა ტექნიკური მოწყობილობები და ძირითადი ხელსაწყოები და აღჭურვილობა, ძირითადი აქტივობების აღწერა და მათი შესრულების დრო და საფრთხის ზონების იდენტიფიცირება. აღნიშნული სისტემის მომხმარებელი იღებს სამუშაო ადგილებზე ყველაზე ხშირად აღმოჩენილ მავნე ქიმიური ნივთიერებებისა და სხვა აგენტების რისკის შეფასების წინადადებებს, მაგალითად, ხმაური, ვიბრაცია, რადიაცია, მიკროკლიმატი. თითოეული გამოვლენილი საფრთხისათვის ის ითხოვს პარამეტრის გაზომვას და აღნიშნულთან დაკავშირებით ინფორმაციის მიწოდების შემდეგ ადარებს გაზომვების შედეგებს რამდენად არის შესაბამისობაში კანონით დასაშვებ ზომებთან. აღნიშნულ პროგრამას აქვს წვდომა საკანონმდებლო რეგულაციებთან, სტანდარტებთან რომელიც მიღებულია და გამოიყენება პოლონეთში. სისტემა შეიცავს პოლონეთის რეგულაციების სრულ მონაცემთა ბაზას და მას ავტომატურად ადარებს მათ დასაშვებ მნიშვნელობებს მითითებული აგენტებისთვის. რისკის შესაფასებლად მიღებულია სამ დონიანი სკალა, რომლის მიხედვითაც რისკი შეიძლება იყოს განსაზღვრულია როგორც დაბალი, საშუალო ან მაღალი. მაღალი რისკი ყოველთვის ნიშნავს, რომ მოთხოვნები არ არის დაცული კანონმდებლობის შესაბამისად. საშუალო რისკი ნიშნავს, რომ არსებობს კონტროლის ღონისძიებები, თუმცა საჭიროებს დამატებით ღონისძიებებს. რაც შეეხება დაბალ რისკს, ეს ნიშნავს, რომ არსებული დაცვის ზომები დამაკმაყოფილებელია და კანონთან შესაბამისობაშია. STER საშუალებას იძლევა, რომ დაიბეჭდოს დოკუმენტი, რომელიც დაეხმარება დამსაქმებელს რისკების შეფასებაში. აღნიშნული დოკუმენტი მოიცავს ყველა იმ პირად მონაცემს, რომელიც შეტანილ იქნა ობიექტის შესახებ. აღნიშნული სისტემა შესაძლებელს ხდის ამ მიმართულებით შრომის უსაფრთხოების სისტემის მარტივ მართვას და ქიმიურ ნივთიერებებთან დაკავშირებული საფრთხეების აღმოფხვრას და სწორ მართვას.

4.2. ესპანეთი

ესპანეთში პროფესიული რისკის შეფასების სისტემა რეგულირდება კანონით პროფესიული რისკების პრევენციის შესახებ ("Ley de Prevención de Riesgos Laborales"). ეს კანონი ადგენს საკანონმდებლო ბაზას ესპანეთში დასაქმებულთა ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად და ასახავს დამსაქმებლებისა და დასაქმებულების ვალდებულებებსა და პასუხისმგებლობებს სამუშაო ადგილზე უბედური შემთხვევებისა და პროფესიული დაავადებების პრევენციისთვის.[16]

ესპანეთში პროფესიული რისკის შეფასების სისტემის ძირითადი ელემენტებია:

- საფრთხეების იდენტიფიკაცია: დამსაქმებლებს მოეთხოვებათ დაადგინონ და შეაფასონ სამუშაო ადგილზე არსებული ყველა პოტენციური საფრთხე, რომელიც შეიძლება საფრთხეს შეუქმნას თანამშრომლების ჯანმრთელობასა და უსაფრთხოებას. ეს მოიცავს ფიზიკურ, ქიმიურ, ბიოლოგიურ, ერგონომიულ და ფსიქოსოციალურ საფრთხეებს.
- რისკის შეფასება: დამსაქმებლებმა უნდა შეაფასონ რისკის დონე, რომელიც დაკავშირებულია თითოეულ საფრთხესთან. ეს შეფასება გულისხმობს

დასაქმებულთათვის პოტენციური ზიანის ალბათობისა და სიმძიმის გათვალისწინებას.

- პრევენციული ღონისძიებები: რისკის შეფასების საფუძველზე დამსაქმებლებმა უნდა განახორციელონ შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებები გამოვლენილი რისკების აღმოსაფხვრელად ან მინიმუმამდე დასაყვანად. ეს ზომები შეიძლება მოიცავდეს საინჟინრო კონტროლს, ადმინისტრაციულ კონტროლს და ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების (PPE) გამოყენებას.
- ტრენინგი და ინფორმაცია: დამსაქმებლები პასუხისმგებელი არიან ადეკვატური ტრენინგისა და ინფორმაციის მიწოდებაზე თანამშრომლებისთვის სამუშაო ადგილზე არსებული რისკების და ამ რისკების შესამცირებლად არსებული ზომების შესახებ.
- ჯანმრთელობის ზედამხედველობა: ზოგიერთ შემთხვევაში, კანონი დამსაქმებლებს ავალდებულებს, უზრუნველყონ ჯანმრთელობის ზედამხედველობა იმ თანამშრომლებისთვის, რომლებიც ექვემდებარებიან სპეციფიკურ პროფესიულ საფრთხეებს.
- ჯანდაცვისა და უსაფრთხოების ერთობლივი კომიტეტები: კომპანიებს, რომლებსაც აქვთ გარკვეული რაოდენობის თანამშრომლები, მოეთხოვებათ შექმნან ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების ერთობლივი კომიტეტები, სადაც დასაქმებულთა წარმომადგენლები და დამსაქმებლები თანამშრომლობენ ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების საკითხების იდენტიფიცირებისთვის და გადაწყვეტისთვის.
- დოკუმენტაცია: რისკის შეფასების პროცესი და განხორციელებული ღონისძიებები უნდა იყოს დოკუმენტირებული და რეგულარულად განხილული და განახლებული, საჭიროების შემთხვევაში.

პროფესიული რისკის შეფასების დოკუმენტი, როგორც წესი, შეიცავს დეტალურ ინფორმაციას სამუშაო ადგილზე არსებული პოტენციური რისკებისა და საფრთხეების შეფასებისა და მართვის შესახებ. დოკუმენტის ზუსტი ფორმატი და შინაარსი შეიძლება განსხვავდებოდეს ორგანიზაციისა და ადგილობრივი რეგულაციების მიხედვით, მაგრამ ის ჩვეულებრივ მოიცავს შემდეგ ძირითად ელემენტებს:

- შესავალი: რისკის შეფასების მიზნისა და ფარგლების მიმოხილვა, სამუშაო ადგილის ან შეფასებული კონკრეტული სფეროს იდენტიფიკაციის ჩათვლით.
- რისკის შეფასების ჯგუფი: იმ პირთა სია, რომლებიც მონაწილეობენ რისკის შეფასებაში, მათი როლებისა და პასუხისმგებლობების ჩათვლით.
- საფრთხის იდენტიფიკაცია: სამუშაო ადგილზე არსებული ყველა პოტენციური საფრთხის ყოვლისმომცველი სია.
- რისკის შეფასება: გამოვლენილი საშიშროების სისტემატური შეფასება, ისეთი ფაქტორების გათვალისწინებით, როგორცაა ინციდენტის დადგომის ალბათობა და პოტენციური შედეგების სიმძიმე.
- რისკის რეიტინგი: თითოეული საშიშროებისთვის რისკის რეიტინგის მინიჭება შეფასების საფუძველზე. ეს შეიძლება მოიცავდეს მასშტაბის გამოყენებას (მაგ., დაბალი, საშუალო, მაღალი) რისკების პრიორიტეტიზაცია შემდგომი ქმედებებისთვის.

- მიმდინარე კონტროლის ღონისძიებები: არსებული უსაფრთხოების ზომებისა და კონტროლის აღწერა, რომლებიც უკვე არსებობს გამოვლენილი რისკების შესამცირებლად.
- რეკომენდებული კონტროლის ზომები: წინადადებები დამატებითი ან გაუმჯობესებული კონტროლის ღონისძიებების შესახებ, რათა შემდგომ შემცირდეს ან აღმოფხვრას გამოვლენილი რისკები.
- განხორციელების გეგმა: გეგმა, რომელიც ასახავს ვადებს, პასუხისმგებელ მხარეებს და რესურსებს, რომლებიც საჭიროა რეკომენდებული კონტროლის ღონისძიებების განსახორციელებლად.
- ტრენინგი და კომუნიკაცია: დეტალები იმის შესახებ, თუ როგორ მიაწვდიან თანამშრომლებს ინფორმაციას რისკის შეფასების შედეგებისა და გამოვლენილი რისკების გადასაჭრელად გატარებული ზომების შესახებ. ეს შეიძლება მოიცავდეს სასწავლო პროგრამებს და კომუნიკაციის სტრატეგიებს.
- მონიტორინგი და განხილვა: გეგმა მუდმივი მონიტორინგისა და რისკის შეფასების რეგულარული განხილვისათვის, რათა უზრუნველყოს მისი ეფექტურობა და განახლოს საჭიროებისამებრ.
- ხელმოწერები: რისკის შეფასებაში ჩართული პირების ხელმოწერები, რაც მიუთითებს მათ თანხმობას მიგნებებთან და შემოთავაზებულ საკონტროლო ზომებთან.

სამშენებლო ინდუსტრიაში პროფესიული რისკის შეფასების დოკუმენტები აუცილებელია სამშენებლო ობიექტებზე მუშებისა და სხვათა უსაფრთხოებისა და კეთილდღეობის უზრუნველსაყოფად. აღნიშნული დოკუმენტი მოიცავს შემდეგ ინფორმაციას:

- უბნის აღწერა: სამშენებლო უბნის მიმოხილვა, მისი ადგილმდებარეობის, დანიშნულების და ნებისმიერი შესაბამისი ობიექტის სპეციფიკური ფაქტორების ჩათვლით, რომლებიც შეიძლება გავლენა იქონიონ რისკის შეფასებაზე.
- საფრთხის იდენტიფიკაცია: პოტენციური საფრთხის ყოვლისმომცველი სია, რომელიც შეიძლება იყოს სამშენებლო მოედანზე. ეს შეიძლება მოიცავდეს საშიშროებებს, რომლებიც დაკავშირებულია სამშენებლო საქმიანობასთან, მასალებთან, მანქანებთან, ხელსაწყოებთან და გარემოსთან.
- რისკის შეფასება: რისკის დონის შეფასება, რომელიც დაკავშირებულია თითოეულ გამოვლენილ საფრთხესთან.
- რისკის კონტროლის ღონისძიებები: დეტალური აღწერა იმ ღონისძიებებისა და კონტროლის შესახებ, რომლებიც განხორციელდება გამოვლენილი რისკების შესამცირებლად ან აღმოსაფხვრელად. ეს უნდა მოიცავდეს როგორც არსებულ კონტროლს, ასევე დამატებით ზომებს, რომლებიც განხორციელდება.
- სამუშაო პროცედურები: უსაფრთხო სამუშაო პროცედურები და მითითებები სხვადასხვა სამშენებლო ამოცანებისა და საქმიანობისთვის. ეს შეიძლება მოიცავდეს ისეთ ამოცანებს, როგორცაა სიმაღლეზე მუშაობა, მანქანების მუშაობა, საშიში მასალების მართვა და ა.შ.

- ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები (PPE): საჭირო PPE-ების სია კონკრეტული ამოცანებისთვის და ინფორმაცია იმის შესახებ, თუ როგორ გამოიყენოთ, შეინახოთ და შეინახოთ PPE სწორად.
- გადაუდებელ სიტუაციებზე რეაგირება: სამშენებლო ობიექტზე გადაუდებელი შემთხვევებისა და ავარიების მოგვარების პროცედურები, მათ შორის ევაკუაციის გეგმები, პირველადი დახმარება და სასწრაფო კონტაქტები.
- ტრენინგი და კომუნიკაცია: დეტალები იმის შესახებ, თუ როგორ იქნება მუშა ინფორმირებული რისკებისა და უსაფრთხოების ზომების შესახებ.
- ზედამხედველობა და კომპეტენცია: ინფორმაცია ზედამხედველობის საჭირო დონისა და კონკრეტულ ამოცანებზე პასუხისმგებელი პერსონალის კვალიფიკაციისა და კომპეტენციის შესახებ.
- ჩანაწერების აღრიცხვა: განყოფილება ინციდენტების, უბედური შემთხვევებისა და თითქმის გაცდენილი მოვლენების ჩასაწერად, ასევე რისკის შეფასების მიმოხილვებისა და განახლებების დოკუმენტაცია.
- განხილვა და გადახედვა: რისკის შეფასების დოკუმენტის რეგულარული განხილვისა და განახლების გეგმა, რათა უზრუნველყოს მისი მუდმივი შესაბამისობა და ეფექტურობა.

ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ ესპანეთის მთავრობამ დააარსა სამუშაო უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის ეროვნული ინსტიტუტი [17] ("Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo"), რათა ხელი შეუწყოს და კოორდინაცია გაუწიოს შრომის ჯანმრთელობასა და უსაფრთხოებას მთელი ქვეყნის მასშტაბით.[18] აღნიშნული ინსტიტუტის ძირითადი ფუნქციები მოიცავს შემდეგს:

- კვლევები: კვლევების ჩატარება წარმოშობილი რისკების იდენტიფიცირებისთვის, არსებული ღონისძიებების ეფექტურობის შესაფასებლად და სამუშაო უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის მტკიცებულებებზე დაფუძნებული პოლიტიკის შემუშავებისთვის.[19]
- ტრენინგი და ინფორმაცია: დამსაქმებლებისთვის, დასაქმებულთათვის და სხვა დაინტერესებული მხარეებისთვის სასწავლო პროგრამების, ინფორმაციისა და ხელმძღვანელობის მიწოდება შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის პრაქტიკის შესახებ ინფორმირებულობისა და ცოდნის გასაუმჯობესებლად.
- პროფესიული რისკის პრევენცია: პროფესიული საფრთხეების პრევენციისა და სამუშაო პირობების გაუმჯობესების საუკეთესო პრაქტიკის შემუშავებისა და გავრცელების მხარდაჭერა.[20]
- ტექნიკური დახმარება: ტექნიკური დახმარებისა და ექსპერტიზის შეთავაზება ბიზნესსა და ორგანიზაციებს ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების ეფექტური ღონისძიებების განხორციელების მიზნით.
- თანამშრომლობა: თანამშრომლობა რეგიონულ და ადგილობრივ ხელისუფლებასთან, სოციალურ პარტნიორებთან და სხვა შესაბამის სუბიექტებთან შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის ყოვლისმომცველი მიდგომის ხელშეწყობის მიზნით.

- ინფორმაციის გავრცელება: შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის შესახებ ინფორმაციის გავრცელება პუბლიკაციების, ვებსაიტებისა და საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების კამპანიების მეშვეობით.

სამუშაოზე უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის ეროვნული ინსტიტუტი ესპანეთში მიზნად ისახავს წვლილი შეიტანოს სამუშაოსთან დაკავშირებული უბედური შემთხვევებისა და პროფესიული დაავადებების შემცირებაში, გააუმჯობესოს დასაქმებულთა კეთილდღეობა და გააძლიეროს უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის ზოგადი სტანდარტები სამუშაო ადგილებზე მთელი ქვეყნის მასშტაბით.[21]

5. დასკვნა

სტატიაში წარმოდგენილია შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის დაცვის მიმართულებით საერთაშორისო პრაქტიკის ვრცელი მიმოხილვა, შრომის უსაფრთხოების მიმართულებით ეროვნული საკანონმდებლო ცვლილებების თანმიმდევრობა საერთაშორისო მოთხოვნების კვალდაკვალ, ასევე გაანალიზებულია შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის საქმიანობის ყოველწლიური ანგარიშის მონაცემები.

ნაშრომში დეტალურადაა განხილული პროფესიული რისკების შეფასების სისტემის საერთაშორისო გამოცდილება. საგულისხმოა, რომ პოლონეთის მაგალითის განხილვისას პროფესიული რისკის შეფასების პროცესის ძირითადი საფეხურები აბსოლუტურ თანხვედრაშია საქართველოს ოკუპირებული ტერიტორიებიდან დევნილთა, შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2020 წლის 30 იანვრის N01-10/5 ბრძანების - "სამუშაო სივრცეში რისკის შეფასების წესის დამტკიცების თაობაზე". რისკის შეფასების სისტემის ესპანური მოდელი, რომელიც რეგულირდება კანონით „პროფესიული რისკების პრევენციის შესახებ“ ("Ley de Prevención de Riesgos Laborales"), რისკების იდენტიფიცირების პირველ საფეხურად განსაზღვრავს სამუშაო სივრცის წინასწარ შესწავლას, ადგილმდებარეობის, დანიშნულების და ობიექტის ნებისმიერი სპეციფიკური ფაქტორების აღწერას, რომლებმაც შეიძლება გავლენა იქონიონ რისკის შეფასებაზე. პროფესიული უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად ესპანეთში ფუნქციონირებს შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის ეროვნული ინსტიტუტი ("Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo"), რომელიც მთელი ქვეყნის მასშტაბით კოორდინაციას უწევს შრომის უსაფრთხოების სანდო სისტემის ჩამოყალიბებას.

ამდენად, შრომის უსაფრთხოების მიმართულებით საერთაშორისო გამოცდილების გაზიარება მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს საქართველოში უსაფრთხო სამუშაო პირობების უზრუნველყოფას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. საქართველოს კონსტიტუცია
<https://matsne.gov.ge/ka/document/view/30346?publication=36>
2. „ასოციაციების შესახებ შეთანხმება ერთის მხრივ, საქართველოსა და მეორეს მხრივ, ევროკავშირს და ევროპის ატომური ენერჯის გაერთიანებას და მათ წევრ სახელმწიფოებს შორის“.
3. საქართველოს ორგანული კანონი „საქართველოს შრომის კოდექსი“.
4. საქართველოს პრეზიდენტის 2003 წლის 6 თებერვლის №35 ბრძანებულებით „საჯარო სამართლის იურიდიული პირის – უსაფრთხოების ტექნიკისა და შრომის დაცვის ეროვნული საინფორმაციო ცენტრის შექმნის შესახებ“
5. ევროპის სოციალური ქარტია
<https://matsne.gov.ge/ka/document/view/1392164?publication=0>
6. საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს სტრუქტურული ქვედანაყოფების დებულებების დამტკიცების შესახებ” საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2015 წლის 6 იანვრის №01-1/ნ ბრძანებაში ცვლილების შეტანის შესახებ“ დამტკიცებული „შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის დებულება“
7. საქართველოს მთავრობის 2015 წლის 5 თებერვალის №38 დადგენილება „შრომის პირობების მონიტორინგის სახელმწიფო პროგრამის დამტკიცების შესახებ“
<https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2719707?publication=0>
8. შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის 2015-2017 წლის შემაჯამებელი ანგარიში - <https://www.moh.gov.ge/uploads/files/2019/Failebi/27.06.2019-11.pdf>
9. „ეროვნული საბაზისო კვლევა ბიზნესი და ადამიანის უფლებების შესახებ“ - საქართველოს სახალხო დამცველი, 2017 წელი -
<https://www.ombudsman.ge/res/docs/2020070817231712734.pdf>
10. ადამიანის უფლებების სწავლებისა და მონიტორინგის ცენტრი - „შრომის ინსპექტირების მექანიზმის შეფასება და დასაქმებულთა შრომითი უფლებების მდგომარეობა საქართველოში“ 2017 წელი.
11. საქართველოს მთავრობის 2017 წლის 29 დეკემბრის დადგენილება N603 „შრომის პირობების ინსპექტირების 2018 წლის სახელმწიფო პროგრამის დამტკიცების შესახებ“ - <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/3977116?publication=0>
12. „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“ საქართველოს ორგანული კანონი
13. შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის 2019 წლის საქმიანობის ანგარიში - https://www.moh.gov.ge/uploads/files/2019/Failebi/LCID_Geo_a4_1.pdf
14. შრომის საერთაშორისო ორგანიზაცია - შრომის ინსპექტირება მშენებლობაზე (გზამკვლევი შრომის ინსპექტირებისთვის)
15. file:///C:/Users/User/Downloads/Polish_System_of_Assessing_Occupati.pdf
16. <https://www.lawants.com/en/health-and-safety-measures-in-spain-what-are-the-legal-obligations-for-a->

company/#:~:text=A%20company%20in%20Spain%20is%20obliged%20to%20have,hazards%20Implementation%20of%20risk%20assessments%20for%20a%20workplace

17. <https://www.insst.es/>

18. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. - <https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-24292-consolidado.pdf>

19. A 5 step guide for employers, workers and their representatives on conducting workplace risk assessments – ILO - https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_232886.pdf

20. Risk management in construction projects - Paweł Szymański – 2017 - <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705817360290?token=8FDD0D968A830A717F12CA7EC449DA9B0B072567950C5DA68CE9879BBD55CCCE6B7BB5DAEE3DF892E70C329E52C7F560&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220725165015>

21. National Institute of Safety and Health at Work - <https://www.insst.es/>

Implementation and development of the labor safety system in Georgia and other countries

Prof. Nino Ratiani, Prof. Nana Razmadze, PhD student Mariam Darakhvelidze

Department of Labor Safety and Emergency Management, Georgian Technical University

Abstract

The work presents Georgian legislative regulations on labor safety, including year-to-year legislative changes aimed to provide professional safety, and the labor inspection duties and functions determined by the legislation, defined by the supervision of the existing requirements implementation along with the labor safety in an industrial entity. The work also discusses the year-to-year statistical data of accidents in the work space, recorded by LEPL Labor Inspection in the reporting period, as well as the issued recommendations based on the results of the research “ The assessment of the labor inspection mechanism and the labor rights conditions in Georgia” conducted by the center of Human Rights Education and Monitoring. The work presents the international experience of the evaluation system of professional risks.

Keywords: risk rating, risk assessment, inspection, technical regulations, probability of incident occurrence.



სოციალური სატირა ოსკარ უაილდის ზღაპრებში

ლელა ებრალიძე

ასისტენტ პროფესორი, ფილოლოგიის დოქტორი <https://orcid.org/0000-0003-0802-4085>
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

სტატიის განხილვის საგანს წარმოადგენს სოციალური სატირა, რომლის მეშვეობითაც ოსკარ უაილდი თავის ზღაპრებში ვიქტორიანული საზოგადოების მანკიერებებს წარმოაჩენს. ემპირიულ მასალად გამოყენებულია ზღაპრები კრებულიდან “The Happy Prince and Other Tales.” აღნიშნული ნაწამოებები ლიტერატურული ზღაპრის ჟანრს მიეკუთვნება და ამ ჟანრის ყველა თვისებას ავლენს. ოსკარ უაილდის ზღაპრების სიუჟეტებს ყოველთვის ორიგინალურს ვერ ვუწოდებთ, მაგრამ ავტორის ინდივიდუალური, ნატიფი სტილი, მდიდარი წარმოსახვის უნარი და ლექსიკა მის ნაწარმოებებს უნიკალობას ანიჭებს. მათში, როგორც უაილდის მთელ შემოქმედებაში, ასახულია მწერლის ესთეტიკური პრინციპი „ხელოვნება ხელოვნებისთვის“, რომლის თანახმადაც ხელოვნება უპირველესად მშვენიერების შექმნას უნდა ემსახურებოდეს. თუმცა უაილდის ზღაპრები მშვენიერებასა და ჯადოსნურობასთან ერთად ვიქტორიანული მორალის მწვავე კრიტიკასაც იტევს: მათში გაკრიტიკებულია ფარისევლობა, მერკანტილიზმი, სნობიზმი, ამპარტავნება, უსაქმურობა, საზოგადოებრივ აზრზე დამოკიდებულება, გონებაშზღუდულობა და ეგოიზმი. ამ თვისებების დასაგმობად ნაწარმოებებში მოხმობილია ალეგორია, ირონია, პარადოქსი და სხვა მხატვრული ხერხები.

საკვანძო სიტყვები: ზღაპრები, ალეგორია, ფარისევლობა, ირონია, პარადოქსები, სოციალური სატირა, ვიქტორიანული მორალი

შესავალი

„ცხოვრება ბევრად უფრო მეტად ჰბადძვს ხელოვნებას, ვიდრე ხელოვნება - ცხოვრებას“. ეს სიტყვები მე-19 საუკუნის გამოჩენილ ირლანდიელ მწერალს, დრამატურგს, პოეტსა და კრიტიკოსს, „ესთეტიზმად“ წოდებული ლიტერატურული მიმდინარეობის ბრწყინვალე წარმომადგენელს, ოსკარ უაილდს ეკუთვნის. იგი ერთ-ერთი გამორჩეულია მათ შორის, ვისი შემოქმედებაც ესთეტიზმის უმთავრეს პრინციპს - „ხელოვნება ხელოვნებისათვის“ -

უკავშირდება. ესეში „სიცრუის ხელოვნების დაცემა“ იგი ერთ-ერთ გმირს, ვივიანს ათქმევინებს, რომ „ხელოვნება პირსაბური უფროა, ვიდრე სარკე. მისნაირ ყვავილებსა და ფრინველებს ვერცერთ ტყეში ვერ ნახავ“. ... „თუ მოისურვებს, სასწაულებს ჩაიდენს, ერთი დაძახებით ზღვიდან ურჩხულებს ამოიყვას. ნუშის ხეს ზამთარში ააყვავებს, შემოსულ ყანას თოვლით დაფარავს. მის ერთ სიტყვაზე ყინვა ივნისს მხურვალე ტუჩებზე ვერცხლის თითს დაადებს, ლიდის ბორცვებზე, გამოქვაბულებიდან ლომებს გამოიხმობს“. [Wilde, 2016]

უაილდისთვის ხელოვნება სილამაზის სამყაროს, უღიმღამო რეალობისაგან თავის დაღწევის საშუალებას წარმოადგენდა. ნატიფი გემოვნების მწერალი ასევე ცნობილი იყო დახვეწილი იუმორითა და ენამახვილური გამონათქვამებით - პარადოქსებით, რომელთა მეშვეობითაც თავისი თანამედროვე ვიქტორიანული საზოგადოების ნაკლოვანებებს ამხილებდა.

როგორც აღვნიშნეთ, მწერლის ცხოვრება და შემოქმედება ვიქტორიანულ ეპოქას, ანუ ბრიტანული კოლონიალიზმისა და იმპერიალიზმის აყვავების ხანას დაემთხვა, რომელსაც სახელი დედოფალ ვიქტორიას (1837-1901) საპატივცემულოდ ეწოდა. ამ დროს ქვეყანაში ბევრი მნიშვნელოვანი პოლიტიკური, საზოგადოებრივი და ეკონომიკური ცვლილება მოხდა. ეს ცვლილებები კარგის მომტანიც იყო და საზიანოც, მაგალითად, ინდუსტრიულ რევოლუციას შედეგად მოჰყვა სწრაფი ურბანიზაცია და სამუშაო პირობების გაუარესება, საბოლოოდ კი, მდიდრებსა და ღარიბებს შორის არსებული უფსკრულის კიდევ უფრო გაღრმავება. რაც შეეხება იმ პერიოდის მკაცრ მორალსა და შეზღუდვებს და მათგან გამომდინარე ფარისევლობას, ასევე სნობიზმს, მატერიალიზმს, ეგოიზმსა და სხვა მანკიერებებს, ისინი მიუღებელი აღმოჩნდა არაერთი დიდ მწერლისათვის - ოსკარ უაილდის გარდა ვიქტორიანულ საზოგადოებას აკრიტიკებდნენ: ჩარლზ დიკენსი, ჯორჯ ბერნარდ შო, ლუის კაროლი, უილიამ მეიქფის თეკერეი და სხვანი.

სატირა განსაკუთრებით დამახასიათებელია ოსკარ უაილდის ისეთი ნაწარმოებებისათვის, როგორცაა მისი გოთური რომანი „დორიან გრეის პორტრეტი“, მოთხრობა „კენტერვილის მოჩვენება“, პიესა „დაარქვით ერნესტი ანუ სერიოზულობის მადლი“ (“The Importance of being Earnest”) და სხვა პიესები, თუმცა, ამ მხრივ ძალიან საინტერესოა ზღაპრებიც - მათ ჯადოსნურ და ზღაპრულ სამყაროშიც მოიძებნა ადგილი სოციალური კრიტიკისათვის და წინამდებარე მოხსენებაშიც სწორედ ამ კუთხით განვიხილავთ უაილდის ზღაპრებს.

ოსკარ უაილდის ზღაპრები

ცნობილია, რომ ზღაპრები ორ კატეგორიად იყოფა: ხალხურ ანუ ფოლკლორულ და ლიტერატურულ ზღაპრებად.

ლიტერატურული ზღაპრის ხალხურ ზღაპართან მსგავსება-განსხვავების საკითხი განხილული აქვს დალი ფანჯიკიძეს მონოგრაფიაში „თარგმანის თეორია და პრაქტიკა“,

სადაც ნათქვამია, რომ „ლიტერატურულ ზღაპარს ხალხურ ზღაპართან საერთო აქვს რიტმი და ინტონაცია და, შესაბამისად, მათი შემქმნელი გრამატიკული სტრუქტურები. თხრობა აქაც გამჭვირვალეა, მაგრამ ხალხური ზღაპრისგან განსხვავებით, იგი მხატვრული სახეების სიმრავლითა და ოდნავ ზეაწეული ელფერით ხასიათდება. ზეაწეულობა იქმნება მარკირებული ლექსიკით, რომელიც ხან პერსონაჟის გუნება-განწყობილების გამოხატვას ემსახურება, ხან კი ბუნების სურათების აღწერისთვისაა მოწოდებული“. იქვე დასახელებულია ისეთი მნიშვნელოვანი განმასხვავებელი ნიშნები, როგორცაა პერსონაჟის სულიერი სამყაროთი დაინტერესება და მისი განწყობისა თუ გრძნობების დახასიათება, რაც ხალხურ ზღაპრებში საკმაოდ ძუნწად ან საერთოდ არ არის აღწერილი; პირდაპირი მეტყველებისათვის უპირატესობის მინიჭება და მოლაპარაკე სახელების ნაკლებად გამოყენება. [ფანჯიკიძე, 1988:176]

ამასთან, „ფოლკლორული ზღაპრისაგან განსხვავებით, ლიტერატურულ ზღაპარს ავტორი ჰყავს, რაც ბუნებრივად გულისხმობს ინდივიდუალური სტილის არსებობას. თუმცა ამ ტიპის ზღაპარიც შეიძლება დავახასიათოთ როგორც „მხატვრულ გამონაგონსა და ფანტასტიკურ ამბავზე დაფუძნებული“. [ჭილაია, 1984:107]

ოსკარ უაილდის ზღაპრები ლიტერატურული ზღაპრის კატეგორიას მიეკუთვნება, რაც მის ისეთ ავტორების გვერდით აყენებს, როგორცაა შარლ პერო, ძმები გრიმები, ჰანს ქრისტიან ანდერსენი, ერნსტ ჰოფმანი.

თავად მწერალი ამბობდა: „ჩემი ზღაპრები... თანამედროვე ცხოვრების რეალობისგან დაშორებული ფორმით ასახვის, თანამედროვე პრობლემების იდეალური, მიზანმიმართული ხერხით აღწერის მცდელობაა, ეს ზღაპრები, რა თქმა უნდა, მსუბუქია, გამოგონილი და დაწერილია არა ბავშვებისთვის, არამედ თვრამეტიდან ოთხმოც წლამდე ასაკის ბავშვური ადამიანებისათვის!“ [Wilde, 2018]

ოსკარ უაილდის ზღაპრები ორ კრებულად გამოიცა: „ბედნიერი უფლისწული და სხვა ზღაპრები“ (1888) და „ბროწეულის სახლი“ (1891). საგულისხმოა, რომ ამ ნაწარმოებებში აშკარად იგრძნობა წინამორბედ ავტორთა გავლენა. ბევრი მათგანის სიუჟეტი ორიგინალური არ არის. კრიტიკოსები საუბრობენ შარლ ბოდლერის, თეოფილ გოტიეს, გუსტავ ფლობერის, ჰანს ქრისტიან ანდერსენის, ედგარ ალან პოს გავლენაზე. მაგალითად, კრიტიკულ კვლევაში სათაურით „ოსკარ უაილდი: კრიტიკული კვლევა“ (1912) არტურ რენსომი აღნიშნავდა: „უაილდი ფლობერის კალმით ისეთ ამბებს წერდა, ანდერსონი რომ მოიგონებდა.“ [Ransome, 2011]. მიუხედავად ამისა, ვერავინ უარყოფს უაილდის ინდივიდუალობასა და უნიკალობას. განუმეორებელია მისი კაზმული სტილით შექმნილი ბუნების სურათები და მხატვრული სახეები, მკითხველზე დიდ შთაბეჭდილებას ახდენს მწერლის უმდიდრესი ლექსიკა, მოულოდნელი შედარებები და მეტაფორები, პარალელური კონსტრუქციები, იუმორი, პარადოქსები და მათ გვერდით არქაიზმები და ბიბლიური ალუზიები, რომლებიც ამაღლებულ ელფერს ანიჭებს მის ნაწარმოებებს. აქვე

ვახსენებთ ალფორიას, პერსონიფიკაციას, გამეორებას, რაც ზოგადად დამახასიათებელია ზღაპრის ჟანრისათვის და უხვად გვხვდება უაილდთანაც.

ქვემოთ ვნახავთ, თუ როგორ იყენებს ხსენებულ სტილისტურ ხერხებს ავტორი იუმორისტული და ირონიული ეფექტის შესაქმნელად. ემპირიულ მასალად გამოყენებულია უაილდის ზღაპრების კრებული „ბედნიერი უფლისწული და სხვა ზღაპრები“. მოყვანილი მაგალითები დაჯგუფებულია იმ ნაკლოვანებების მიხედვით, რომელთაც ავტორი დასცინის.

სილამაზისა და სიყვარულის დაუფასებლობა

ზღაპრების გმირებს უაილდი ზოგადად ადამიანის და, განსაკუთრებით, თავისი თანამედროვე ადამიანების თვისებების წარმოსაჩენად იყენებს. მისი დამოკიდებულება საკუთარი პერსონაჟებისადმი ხან თანაგრძნობით და სინაზით არის განმსჭვალული, ხან - მსუბუქი ირონიითა და ხან - სარკაზმით. მწვავე ირონიას მიმართავს მწერალი საზოგადოებრივი აზრისა და ფასეულობების ფარისევლური ბუნების ხაზგასასმელად. მის ნაწარმოებებში, კერძოდ, ზღაპრებში, ბევრგან იგრძნობა ავტორის გულისტკივილი ჭემმარტი სიკეთის, სიყვარულის, სილამაზის დაუფასებლობის გამო, მაშინ როდესაც ბევრ ბრიყვს თავი ბრძნად მოაქვს, თავკერძა და გულქვა კი კეთილშობილებას იჩემებს. მარტო „ბედნიერი უფლისწულის“ დასასრული რად ღირს, როდესაც უფალი ანგელოზებს გზავნის ქალაქში, რათა ორი ყველაზე ძვირფასი რამ მოართვან, ისინი კი ბედნიერი უფლისწულის ტყვიის გულსა და მკვდარ მერცხალს მოუტანენ, ადამიანებს სანაგვეზე რომ გადაუგდიათ.

ქვემოთ წარმოდგენილია რამდენიმე მაგალითი იმის საილუსტრაციოდ, თუ როგორ აღიქმება სილამაზე და სიყვარული იმ სამყაროში, სადაც „პრაქტიკულობა“ ყველაზე მეტად ფასობს.

მოცემულია ნაწყვეტები დედნიდან და მათი ქართული თარგმანები (თარგმანები შესრულებულია ქეთევან კანდელაკისა და ნათელა ჩიგოგიძის მიერ).

“He is as beautiful as weathercock,” remarked one of the Town Councillors who wished to gain a reputation for having artistic tastes; “only not quite so useful,” he added, fearing lest people should think him unpractical, which he really was not” [Wilde, 1979:48-49] („- აფქიოსავით ლამაზია,- შენიშნა ქალაქის საბჭოს ერთმა წევრმა, რომელსაც გულით უნდოდა მასზე ეთქვათ, არტისტული გემოვნების პატრონიაო - მხოლოდ ესაა, იმდენად სასარგებლო არ არის,- უმალვე დაუმატა შეშინებულმა, ვინმემ არ დამწამოს არაპრაქტიკული ყოფილაო“). [უაილდი, 1960:15-16]

უაილდი პირდაპირ არ ამბობს პერსონაჟზე, რომ იგი ბრიყვია და არც სილამაზის გაეგება რამე, არც გემოვნება გააჩნია. საამისოდ ის ირონიას მიმართავს და თან დიდი წარმატებით:

მართლაც ძალიან კომიკურია ოქროთი დაფარული ულამაზესი ქანდაკების მამლის ფორმის ფლუგერთან შედარება, თანაც საკუთარი „არტისტული გემოვნებით“ თავის მოსაწონებლად. ამ ეფექტს აძლიერებს ქალაქის საბჭოს წევრის შემდგომი კომენტარი იმის შესახებ, რომ ქანდაკება ფლუგერივით სასარგებლო არ არის, რასაც იმის შიშით ამატებს, ჩემზე არ თქვან, არაპრაქტიკულიაო. ბოლოს კი ყველაფერს აგვირგვინებს ფრაზა “which he really was not” („რაც (არაპრაქტიკული - ჩვენი განმარტება), იგი ნამდვილად არ იყო“. სამწუხაროა რომ ეს ბოლო ფრაზა ქართლ თარგმანში დაკარგულია.

შემდეგი ნაწყვეტი მოყვანილია ზღაპრიდან „ბულბული და ვარდი“. შეყვარებული სტუდენტი პატარა ბულბულის თავგანწირვის წყალობით მიიღებს ულამაზეს წითელ ვარდს, რომელიც სატრფომ მოსთხოვა და სიხარულით ცას ეწევა. აქ საინტერესოა სტუდენტის მიერ წარმოთქმული ფრაზა, რომ ასეთ ლამაზ ყვავილს უთუოდ გრძელი ლათინური სახელი ექნება. ამ ერთი ფრაზის მეშვეობით უაილდი სტუდენტს ისეთ ადამიანად გვიხატავს, რომელსაც ყვავილის სილამაზის დაფასებაც არ შეუძლია ისე, რომ ამის დასტური წიგნებში არ ეძიოს:

“And at noon the Student opened his window and looked out. ‘Why, what a wonderful piece of luck!’ he cried; ‘here is a red rose! I have never seen any rose like it in all my life. It is so beautiful that I am sure it has a long Latin name’; and he leaned down and plucked it.” [Wilde, 1979:45] („შუადღისას სტუდენტმა ფანჯარა გამოაღო და გარეთ გამოიხედა: -„აი, ბედიც ამას ჰქვია!“ - წამოიძახა მან, -„წითელი ვარდი! ამის მსგავსი არა მინახავს რა ჩემს სიცოცხლეში. ეს ყვავილი იმდენად ლამაზია, რომ დარწმუნებული ვარ მას გრძელი ლათინური სახელწოდება ექნება“. [უაილდი, 1960:43]

შესაბამისად, მისგან გასაკვირი არც არის, რომ მერკანტილური ქალიშვილისაგან უარყოფილი სიყვარულზე სამუდამოდ ხელს იღებს იმ მიზეზით, რომ მას ლოგიკა არ გააჩნია და არაპრაქტიკულია. ახალგაზრდა კაცს სიყვარულს ფილოსოფიისა და მეტაფიზიკის შესწავლა ურჩევნია, რადგან უსულო მეცნიერება უფრო მარტივად გასაგები და უმტკივნეულოა, ვიდრე ადამიანური გრძნობები:

“What a silly thing Love is,” said the Student as he walked away. “It is not half as useful as Logic, for it does not prove anything, and it is always telling one of things that are not going to happen, and making one believe things that are not true. In fact, it is quite unpractical, and, as in this age to be practical is everything, I shall go back to Philosophy and study Metaphysics.” [Wilde, 1979:46] („- რა სისულელე ყოფილა სიყვარული!“ - თქვა უკან გამობრუნებულმა სტუდენტმა, - „მას ლოგიკის ნახევარიც არ შესძლებია, რადგან იგი არაფერს არ ამტკიცებს, ყოველთვის ისეთს რასმე გპირდება, რაც არ სრულდება და ცდილობს ისეთი რამ დაგაჯეროს, რაც სიმართლეს არ შეეფერება. იგი სულ არ არის პრაქტიკული. ჩვენს დროში კი პრაქტიკულობა ყველაფერია. ამიტომ სჯობს ფილოსოფიას ჩუუჯდე და მეტაფიზიკა შევისწავლო“. [უაილდი, 1960:45]

აქაც, შეყვარებული ყმაწვილის პირით, უაილდი კიდევ ერთხელ იმეორებს, რომ თანამედროვე ცხოვრებაში სიყვარულსა და სილამაზეზე მეტად პრაქტიკულობა ფასობს. რაც შეეხება ვარდს, რომლის წითლად შესაღებად ბულბულმა საკუთარი გულის სისხლი გაიღო და სიცოცხლეს გამოესაღმა, გაბრაზებული სტუდენტი მას თხრილში მოისვრის და ზედ ეტლი გადაუვლის, ანუ ბედნიერი უფლისწულის მოწყალე გულისა და კეთილი მერცხლის მსგავსად, ისიც სანაგვეზე აღმოჩნდება, როგორც უსარგებლო და „არაპრაქტიკული“.

მატერიალისტური ღირებულებები

„ბედნიერ უფლისწულში“ მერცხალი იმიტომ შეყოვნდება უფლისწულის ქალაქში, რომ მას ტანწერწეტა ლერწამი უყვარდება, თუმცა საბოლოოდ იმედგაცრუებული რჩება, რადგან ლერწამი ზედაპირული და კეკლუცია და ეგვიპტეშიც არ მიჰყვება. მერცხალს არ თანაუგრძნობენ მისი მეგობრები, რომლებიც ლერწამს სულ სხვა მიზეზით იწუნებენ:

“It is a ridiculous attachment,” twittered the other Swallows. “She has no money, and far too many relations”; and indeed, the river was quite full of Reeds.” [Wilde, 1979:28] („- მაგ გრძნობისა ვერაფერი გაგვიგია“, - ჟღურტულებდნენ სხვა მერცხლები. - „ლერწამს სულ არა აქვს ფული, და თანაც უამრავი ნათესავი ჰყავს. - და მართლაც მდინარე სავსე იყო ლერწმებით.“)[უაილდი, 1960:17]

ვფიქრობთ, აქ სატირულ ეფექტს მწერალი ალეგორიის გამოყენებით აღწევს, რადგან მსგავსი სიტყვები გაცილებით კომიკურად ჟღერს, როდესაც მათ მერცხლები ამბობენ. ამ მშვენიერ პასაჟს აგვირგვინებს ბოლო ფრაზა, სადაც მწერალი ადასტურებს, რომ ლერწამს ბევრი ნათესავი ჰყავდა: „მართლაც მდინარე სავსე იყო ლერწმებით.“

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ზღაპარში „ბულბული და ვარდი“ პროფესორის ქალიშვილი წითელ ვარდს არ მიიღებს ღარიბი სტუდენტისაგან და მასთან ცეკვაზე უარს ამბობს, რადგან უპირატესობას მდიდარ თაყვანისმცემელს ანიჭებს:

“I am afraid it will not go with my dress,” she answered, “and, besides, the Chamberlain’s nephew has sent me some real jewels, and everybody knows that jewels cost far more than flowers.” [Wilde, 1979:45] [Wilde, 1979:46] („- ვშიშობ, ეს ვარდი ჩემს კაბას არ მოუხდება“ - თქვა მან, - „ეგეც რომ არა, კამერჰერის ძმისწულმა ნამდვილი თვალ-მარგალიტი გამომიგზავნა და ყველამ იცის, რომ თვალ-მარგალიტი ყვავილზე უფრო ძვირფასია“. [უაილდი, 1960:44]

ხოლო როდესაც გამწარებული სტუდენტი მას უმადურს უწოდებს, იქით შეუტევს:

“... after all, who are you? Only a Student. Why, I don’t believe you have even got silver buckles to your shoes as the Chamberlain’s nephew has and she got up from her chair and went into the house.”

[Wilde, 1979:46] („...ვინა ხართ, ერთი გამაგებინეთ. მხოლოდ სტუდენტი და მეტი არაფერი. თქვენ ფეხსაცმელზე ვერცხლის ბალთებიც კი არ გექნებათ, როგორც კამერჰერის მმისწულსა აქვს“. [ibid.]

მისთვის ჩვეული დახვეწილი ირონიის მეშეობით ოსკარ უაილდი ისეთი ქალის სახეს გვიხატავს, რომლისთვისაც ადამიანის ღირსება ფეხსაცმლის ბალთებით იზომება.

უაილდი განსაკუთრებით დაუნდობელია ფარისევლების მიმართ და ზღაპარში „ერთგული მეგობარი“ ნათლად წარმოაჩენს ხარბი და თავკერძა მეწისქვილის უსინდისობას. მწერალი ირონიას მეწისქვილის ცოლის მეშვეობით გამოხატავს, როდესაც ქალი ქმრის ფარისევლობას კეთილშობილებად ასაღებს. უაილდის სარკაზმი იმაში მდგომარეობს, რომ ქალი გულწრფელად მოხიბლულია ქმრის გონიერებითა და კეთილშობილებით, რადგან მისი ღირებულებებიც ისეთივე ყალბია, როგორც მისი ქმრისა. ამასთან, ზემოთ ნახსენები პროფესორის ქალიშვილის მსგავსად, ადამიანის ღირსებას ისიც სიმდიდრის მიხედვით აფასებს. მოგვეყვას მისი სიტყვები:

“It is quite a treat to hear you talk about friendship. I am sure the clergyman himself could not say such beautiful things as you do, though he does live in a three-storied house and wears a gold ring on his little finger.” [Wilde, 1979:56] („ერთ სიამოვნებად ღირს შენი მოსმენა, როცა მეგობრობაზე ლაპარაკობ. მგონი ჩვენი მოძღვარიც ვერ იტყოდა უკეთ, თუმცა ის სამსართულიან სახლში ცხოვრობს და ნეკზე ოქროს ბეჭედს ატარებს“..) [უაილდი, 1960:60]

სნობიზმი, ამპარტავნება და უქნარობა

ალეგორიულ ზღაპარში „ღირსშესანიშნავი შუშხუნა“ მთავარ გმირად შუშხუნა გვევლინება. ეს არის გროტესკული სახე საკუთარ თავში უსაზღვროდ შეყვარებული სნობისა, რომელსაც თავი სამყაროს ცენტრად წარმოუდგენია. იგი შრომას უკადრისად მიიჩნევს და ღრმად არის დარწმუნებული საკუთარ უპირატესობაში გარშემომყოფთა მიმართ.

აი, რას პასუხობს ღირსშესანიშნავი შუშხუნა ბენგალიურ ცეცხლს, როდესაც ეს უკანასკნელი მოუწოდებს არ დასველდეს, რადგან ამას მოითხოვს საღი აზრი:

“Common sense, indeed!” said the Rocket indignantly. “You forget that I am very uncommon and very remarkable”. [Wilde, 1979:74] („- უბრალო საღი აზრი“- წარმოთქვა აღმფოთებულმა შუშხუნამ,- „თქვენ გავიწყდებათ, რომ მე სრულიადაც არა ვარ უბრალო, პირიქით ფრიად ღირსშესანიშნავი გახლავართ“..) [უაილდი, 1960:85]

აქ აღნიშვნის ღირსია ქართველი მთარგმნელის ნათელა ჩიგოგიძის ოსტატობა, რაც დედნისეული სიტყვების თამაშის გადმოტანაში მდგომარეობს: სიტყვას “common,” რომელიც შესიტყვებაში “common sense” („საღი აზრი“) მონაწილეობს, სხვა

მნიშვნელობებიც აქვს და ერთ-ერთი მათგანია „უბრალო“. ვინაიდან ქართულში ინგლისურისაგან განსხვავებით „სალი“ და „უბრალო“ ერთი და იმავე სიტყვით ვერ გადმოიცემა, მთარგმნელმა „სალ აზრს“ დაუმატა სიტყვა „უბრალო“ და მისი ორი მნიშვნელობის შეპირისპირებით შეინარჩუნა დედნისეული ეფექტი.

ღირსშენანიშნავი შუშუნას სნობიზმი და ამპარტავნება ჩანს შემდეგ ციტატაში:

“It is quite evident that you have always lived in the country,” answered the Rocket. “Otherwise you would know who I am. However, I excuse your ignorance. It would be unfair to expect other people to be as remarkable as oneself.” [Wilde, 1979:80] („- გეტყობათ, რომ თქვენ სოფელს არ გასცილებიხართ, - უპასუხა შუშუნამ „- ეს რომ ასე არ იყოს, ნამდვილად გეცოდინებოდათ, ვინცა ვარ. თუმცა მიპატიებია თქვენი უმეცრება, რა საკადრისია, სხვას მოსთხოვო, ჩემისთანა ღირსშესანიშნავი იყავიო“) [უაილდი, 1960:94]

ასევე მოვიყვანოთ ციტატას, სადაც წარმოჩენილია შუშუნას ქედმაღლური დამოკიდებულება სოციალურად მასზე დაბლა მდგომთა მიმართ. ეს არის ბრწყინვა ალეგორია არისტოკრატებზე, რომლებიც არც შრომას კადრულობენ და არც მათ, ვინც თავს შრომით ირჩენს:

“My good creature,” cried the Rocket in a very haughty tone of voice. “I see that you belong to the lower orders. A person of my position is never useful. We have certain accomplishments, and that is more than sufficient. I have no sympathy myself with industry of any kind, least of all with such industries as you seem to recommend. Indeed, I have always been of the opinion that hard work is simply the refuge of people who have nothing whatever to do.” [Wilde, 1979:80] („- ჩემო კეთილო“, - შესძახა შუშუნამ მედიდურად, - ვხედავ, რომ უმდაბლეს კლასს ეკუთვნით. ჩემი მდგომარეობის ადამიანი არ შეიძლება სასარგებლო იყოს. ჩვენ გვაქვს ერთგვარი გარეგანი შნო და ეს სავსებით საკმარისია. პირადად მე სრულებით არ მეხალისება შრომა, და უფრო კი ის შრომა, რასაც თქვენ მთავაზობთ. მე მუდამ იმ აზრისა ვიყავი, რომ მძიმე სამუშაო მხოლოდ თავშესაფარია მათთვის, ვისაც სხვა საქმე არ გააჩნია.“) [უაილდი, 1960:95]

როდესაც იხვი მიდის, შუშუნა მარტო დარჩენის შიშით მას სთხოვს დაბრუნდეს, მაგრამ როცა ვერაფერს ხდება, თავს ისე დაიჭერს, თითქოს მოხარულია, მდაბიო მოსაუბრე რომ მოიშორა: “I am glad that she has gone,” he said to himself. “She has a decidedly middle-class mind,” and he sank a little deeper still into the mud and began to think about the loneliness of genius.” [Wilde, 1979:81] („- კარგია, რომ წავიდა“, - თქვა თავისთვის შუშუნამ, - იგი უდაოდ შეზღუდული გონების პატრონია“. - და შუშუნა კიდევ უფრო ღრმად ჩაეფლო ტალახში და გენიოსთა მარტოობაზე დაიწყო ფიქრი.“) [უაილდი, 1960:96-97]. აქ მეტად ირონიულად ჟღერს ფრაზა “loneliness of genius” („გენიოსთა მარტოობა“), თუმცა, ჩვენი აზრით, „მარტოსულობა“ აჯობებდა.

საკუთარი აზრის არქონა

კიდევ ერთი ნაკლი, რის გამოც ოსკარ უაილდი თავის თანამედროვეთ დაცინის, საკუთარი აზრის არქონაა.

„ბედნიერ უფლისწულში“ ქალაქის საბჭოს წევრები მუდამ ქალაქის თავის სიტყვებს იმეორებენ. მაგალითად, როდესაც გამარცვული ბედნიერი უფლისწულის დანახვაზე ქალაქის თავი გაოცებული წამოიძახებს “Dear me! How shabby the Happy Prince looks!” [Wilde, 1979:37] („ - ღმერთო ჩემო! რა საცოდავად გამოიყრება უფლისწული!“) [უაილდი, 1960:31], მის სიტყვებს ქალაქის საბჭოს ყველა წევრი ერთხმად აიტაცებს: “How shabby indeed!” [...] („ - მართლაც, რა საცოდავად გამოიყრება!“) [უაილდი, 1960:31].

ნაწარმოების ბოლოს, როდესაც ბედნიერი უფლისწულის ქანდაკებას გადაადნობენ და ქალაქის თავი მუნიციპალიტეტის თათბირზე გამოაცხადებს, დარჩენილი ლითონით მეორე ქანდაკება უნდა ჩამოასხან და ეს ჩემი ქანდაკება იქნებაო, საბჭოს ყველა წევრი სათითაოდ იმეორებს: „ჩემი ქანდაკება იქნება“. [უაილდი, 1960:31] ამაზე მათ ჩხუბიც კი მოუვათ და ავტორი გვეუბნება, უკანასკნელად რომ ვნახე, ისევე ჩხუბობდნენო.

ზემოთ მოყვანილი გამეორებები და ავტორის შენიშვნა ზღაპრის მოცემულ პასაჟს მეტად კომიკურ ელფერს ანიჭებს და ხაზს უსვამს ქალაქის საბჭოს წევრების გონებაშეზღუდულობას და ეგოიზმს.

უაილდის ირონია ამ საკითხთან დაკავშირებით მწვავედ და სარკაზმში გადადის „ღირსშესანიშნავ შუშუნაში“, სადაც ბაყაყი აცხადებს, რომ კარგ საზოგადოებაში კამათი ვულგარობად ითვლება, რადგან იქ ყველა ერთი აზრისაა: “Arguments are extremely vulgar, for everybody in good society holds exactly the same opinions.” [Wilde, 1979:78] („კამათი ხომ თავისთავად ძალზე ვულგარული რამ არის, რადგან კარგ საზოგადოებაში, როგორც წესი, ყველა ერთი აზრისაა“). [უაილდი, 1960:92]

სატირა მწერლებზე, პოეტებზე, სასულიერო პირებზე, მეცნიერებზე, ფილოსოფოსებზე, საზოგადო მოღვაწეებზე, მასწავლებლებზე

უაილდი ოსტატურად დაცინის თავისი თანამედროვე საზოგადოების ისეთ წევრებს, რომელთაც პრეტენზია აქვთ ლიტერატორობაზე, სწავლულობაზე, მღვდლობაზე, მასწავლებლობაზე, პოლიტიკოსობაზე, სინამდვილეში კი არაფერს წარმოადგენენ. ქვემოთ მოყვანილია ციტატა ზღაპრიდან „ღირსშესანიშნავი შუშუნა“, სადაც ავტორი ვირთავას პირით აღწერს ამბის მოყოლის ახალ წესს, რომელსაც ყველა კარგი მთხრობელი მისდევს. გენიალური მწერლის ირონია გამანადგურებელია:

“Is that the end of the story?” asked the Water-rat.

“Certainly not,” answered the Linnet. “That is the beginning.”

“Then you are quite behind the age,” said the Water-rat. “Every good storyteller nowadays starts with the end, and then goes on to the beginning, and concludes with the middle. That is the new method. I heard all about it the other day from a critic who was walking round the pond with a young man. He spoke of the matter at great length, and I am sure he must have been right, for he had blue spectacles and a bald head, and whenever the young man made any remark, he always answered, ‘Pooh!’” [Wilde, 1979:57-58]

„- სულ ეს არის?“ - იკითხა წყლის ვირთაგვამ.

- არა, როგორ იქნება - უპასუხა ბზეწვიამ,- ეს მხოლოდ დასაწყისია.

- მაშ, თქვენ ძალიან ჩამორჩენილხართ - თქვა წყლის ვირთაგვამ,- ყველა კარგი მოუბარი ახლა ამბის მოყოლას ბოლოდან იწყებს შემდეგ დასაწყისს ჩაურთავს, ბოლოს კი შუა ნაწილით ამთავრებს ხოლმე. ეს ახალი წესია. მე ეს ჩემი ყურით გავიგონე ამას წინათ ერთი კრიტიკოსისაგან, რომელიც აქვე, გუბურის პირას დასეირნობდა ერთ ახალგაზრდა კაცთან ერთად. იგი დიდხანს ლაპარაკობდა ამ საკითხზე. დარწმუნებული ვარ, ეს კრიტიკოსი მართალია, რადგან მას ლურჯი სათვალე ეკეთა და მოტვლეპილი თავი ჰქონდა. მერე როცა კი ახალგაზრდა კაცი ლაპარაკში რამე შენიშვნას ჩაურთავდა, კრიტიკოსი სულ ასე უპასუხებდა ხოლმე - „სისულელეა“. [უაილდი, 1960:61-62]

უაილდისეულ სარკაზმს აძლიერებს ვირთაგვას არგუმენტი: მას კრიტიკოსის სიმართლეში ეჭვი არ ეპარება იმიტომ, რომ ამ უკანასკნელს ლურჯი სათვალე უკეთია და მელოტია, და, რაც მთავარია, თანამოსაუბრის ყველა შენიშვნაზე პასუხობს: „სისულელეა“.

იმავე ზღაპარში მწერალი ერთ-ერთ შუშხუნას ათქმევინებს, რომ სიყვარული პოეტებმა გაანადგურეს - მათ იმდენი წერეს სიყვარულზე, რომ ახლა მისი არსებობა აღარავის სჯერაო.

“But love is not fashionable anymore, the poets have killed it. They wrote so much about it that nobody believed them, and I am not surprised. True love suffers and is silent. ... Romance is a thing of the past.” [Wilde, 1979:70-71]

„მაგრამ სიყვარული მოდაში აღარ არის პოეტებმა მოჰკლეს იგი. მათ იმდენი წერეს სიყვარულზე, რომ აღარავის სჯერა მათი და მე ეს არც მიკვირს. ჭეშმარიტი მიჯნური იტანჯება მაგრამ სდუმს“ ... რომანტიკამ თვისი დრო მოჰკამა“. [უაილდი, 1960:80]

„ბედნიერ უფლისწულში“, როდესაც ორნითოლოგიის პროფესორი ზამთარში მერცხალს დაინახავს, ამ უჩვეულო მოვლენაზე გაზეთში გრძელ წერილს გამოაქვეყნებს. ავტორი გვეუბნება, რომ სტატიას ყველა ციტირებს, რაც ირონიულად ჟღერს მომდევნო

წინადადების ფონზე: წერილი სავსე იყო ისეთი სიტყვებით, რომელთა მნიშვნელობაც მათ არ იცოდნენ.

“What a remarkable phenomenon!” said the Professor of Ornithology as he was passing over the bridge. “A swallow in winter!” and he wrote a long letter about it in the local newspaper. Every one quoted it, it was full of so many words that they could not understand.” [Wilde, 1979:32] („- რა ღირსშესანიშნავი მოვლენაა,- თქვა ორნიტოლოგიის პროფესორმა, რომელიც ამ დროს ხიდზე მიდიოდა,- მერცხალი ზამთარში! ამის შესახებ პროფესორმა ადგილობრივ გაზეთში დიდი წერილიც მოათავსა. ა წერილში მრავალი სიტყვა იყო ისეთი, რომლის მნიშვნელობა ხალხს რ ესმოდა ამიტომ ყველა ზეპირად იმეორებდა წერილის ადგილებს.“) [უაილდი, 1960:23]

საინტერესოა მათემატიკის მასწავლებლის პერსონაჟიც იმავე ზღაპრიდან. საქველმოქმედო სკოლის ბავშვები ბედნიერი უფლისწულის ქანდაკებას ანგელოზს ადარებენ, მათემატიკის მასწავლებელი კი მათ, თავისი ჭკუით, ჩამჭრელ კითხვას უსვამს - როდის გინახავთ ანგელოზიო. ბავშვები პასუხობენ, რომ სიზმრად ნახულობენ ანგელოზებს, რაც მათ მასწავლებელს სულაც არ მოსწონს:

“The Mathematical Master frowned and looked very severe, for he did not approve of children dreaming. [Wilde, 1979:28] („მათემატიკის მასწავლებელმა შუბლი შეიკრა და მკაცრად გადახედა ბავშვებს, რადგან არ მოეწონა რომ ისინი ძილში სიზმრებს ხედავდნენ“. [უაილდი, 1960:16]

მწვავე ირონიას ვაწყდებით ზღაპარში „ღირსშესანიშნავი შუშუნა“, როდესაც შუშუნა აცხადებს, რომ ხშირად ესაუბრება საკუთარ თავს და ისეთი ჭკვიანია, რომ თავისივე ნათქვამდან ერთ სიტყვასაც ვერ იგებს. ამის გამგონე კალია მას ურჩევს ფილოსოფიაში წაიკითხოს ლექციები: “Then you should certainly lecture on Philosophy.” [Wilde, 1979:79] („- მაშინ უთუოდ, ფილოსოფია უნდა აირჩიოთ თქვენი ლექციების საგნად“. [უაილდი, 1960:94]

„ერთგულ მეგობარში“ მეწისქვილის ცოლი აღტაცებულია ქმრის ჭკვიანური აზრებით და მის საუბარს მღვდლის ქადაგებას ადარებს ერთი ნიშნით: მისი მოსმენა ძილს ჰგვრის.

“How well you talk!” said the Miller’s Wife, pouring herself out a large glass of warm ale. “Really, I feel quite drowsy. It is just like being in church.” [Wilde, 1979:57] („- აჰ, რა კარგად ლაპარაკობ,- თქვა მეწისქვილის ცოლმა და დიდი ჭიქა გამთბარი ლუდი ჩამოისხა. - საცაა რული მომერევა, თითქოს ეკლესიაში ვიყუ“. [Wilde, 1979:61]

რაც შეეხება საზოგადო მოღვაწეებს „ღირსშესანიშნავ შუშუნაში“ ვიგებთ, რომ ერთ დროს თურმე იხვიც საზოგადო მოღვაწე ყოფილა, რაც იმაში გამოიხატებოდა, რომ რეზოლუციებს

გამოსცემდა ყველაფრის დასაგმობად, რაც არ მოსწონდა, მაგრამ ამან ვერავითარი შედეგი ვერ გამოიღო და იხვამაც ამ საქმიანობას ოჯახზე ზრუნვა არჩია.

“I had thoughts of entering public life once myself,” remarked the Duck. “There are so many things that need reforming. Indeed, I took the chair at a meeting some time ago, and we passed resolutions condemning everything that we did not like. However, they did not seem to have much effect. Now I go in for domesticity and look after my family.” [Wilde, 1979:81] („- მე თვითონ ვფიქრობდი ერთ დროს საზოგადოებრივ მოღვაწეობას,- შენიშნა იხვმა,- ბევრ რამეს სჭირდება რეფორმა. ცოტა ხნის წინათ კრებაზეც კი გამოვედი და ჩვენ ყველაფერი დავგმეთ, რაც არ მოგვწონდა. მაგრამ ამას დიდი შედეგი არ მოყოლია. ახლა კი მეოჯახეობას მოვკიდე ხელი და ჩემს ოჯახს ვუვლი“. [უაილდი, 1960:96]

ისევ „ბედნიერ უფლისწულს“ და მისი ქალაქის თავს დავუბრუნდებით, რომელიც უაილდს ძალიან სულელად ჰყავს გამოყვანილი, ხოლო მისი ხელქვეითები - კიდევ უარესებად:

“And here is actually a dead bird at his feet!” continued the Mayor. “We must really issue a proclamation that birds are not to be allowed to die here.”

And the Town Clerk made a note of the suggestion. The Remarkable Rocket [Wilde, 1979:38]

(„- ფერხთით კი შეხედეთ, მკვდარი ჩიტი უგდია,- განაგრძო ქალაქის თავმა, - ოფიციალურად უნდა გამოვაცხადოთ, რომ ჩიტებს აქ სიკვდილის უფლება არა აქვთ.- საბჭოს წევრებმა უბის წიგნაკში ჩაინიშნეს ეს მითითება“. [უაილდი, 1960:32]

ფარისევლობა

ფარისევლობა ის მანკიერებაა, რომელსაც ოსკარ უაილდი განსაკუთრებით დაუნდობლად ამხელს თავის ნაწარმოებებში და ამ მხრივ გამონაკლის არც ზღაპრები წარმოადგენს. ფარისევლობის წარმოჩენის თვალსაზრისით განსაკუთრებით აღსანიშნავია ზღაპარი „ერთგული მეგობარი“, რომელშიც ავტორი მისთვის ჩვეული სარკაზმით აღწერს თავკერძა, გულქვა და მერკანტილურ მეწისქვილეს, თავი რომ კეთილშობილად მოაქვს.

ირონიულ ეფექტს აძლიერებს მეწისქვილის ცოლის მიერ არაერთგზის წარმოთქმული ქმრის ქება-დიდება და მისი კეთილშობილებით აღტაცება, უფრო სწორად, უსინდისობის კეთილშობილებად მიჩნევა.

მეწისქვილის ფარისევლობა ცინიზმში გადადის და მისი საქციელი სამართლიან აღმფოთებას იწვევს, პატარა ჰანსის მიმართ კი სიბრალული და თანაგრძნობა უჩნდება მკითხველს.

ქვემოთ მოყვანილია რამდენიმე ციტატა, საიდანაც ჩანს, თუ როგორ „ზრუნავს“ მეწისქვილე პატარა ჰანსზე და რას მიიჩნევს იგი კეთილგონიერებად და გულმოწყალებად:

There is no good in my going to see little Hans as long as the snow lasts,” the Miller used to say to his wife, “...“when people are in trouble they should be left alone, and not be bothered by visitors. That at least is my idea about friendship, and I am sure I am right. So I shall wait till the spring comes, and then I shall pay him a visit, and he will be able to give me a large basket of primroses and that will make him so happy.” [Wilde, 1979:56] („- რა შეემატება ჰანსს, მე რომ ახლა მის სანახავად ჩვიდე? - ეტყოდა ხოლმე მეწისქვილე ცოლს - როცა ადამიანს უჭირს, მარტო უნდა დასტოვო. სტუმრობით თავი კი არ უნდა მოაბეზრო ამ დროს კაცს. ყოველ შემთხვევაში ასეთია ჩემი შეხედულება მეგობრობაზე და დარწმუნებული ვარ, არცა ვცდები. დავიცდი სანამ გაზაფხულდება და მერე ვესტუმრები. მაშინ ჰანსიც შეძლებს ფურისულათი ამივსოს კალათა და თავსაც ბედნიერად იგრძნობს“). [უაილდი, 1960:59-60]

„როცა ადამიანს უჭირს, მარტო უნდა დასტოვო“ უაილდისეული დახვეწილი იუმორით აღსავსე პარადოქსია. ცხადია, მეწისქვილე იმიტომ არ მიდის ჰანსთან, რომ თავად არ შეემატება არაფერი, რადგან ჰანსი მეზაღვა და ზამთარი მისთვის რთული პერიოდია. სამაგიეროდ, მეწისქვილე გაზაფხულზე მიდის ხშირად თავის „მეგობართან“ და იმდენ ლამაზ ყვავილს ართმევს, გასაყიდად არაფერს უტოვებს, სამაგიეროდ გაფუჭებულ, გადასაგდებ ურიკას ჰპირდება და თავი ისე უჭირავს, თითქოს ძალიან ძვირფას რამეს ჩუქნიდეს.

მეწისქვილე მდიდარია და შეუძლია ჰანსს ზამთარში დეხმაროს, ან სტუმრად მაინც დაპატიჟოს, მარგამ ამის გაკეთება არ სურს და საკუთარ სიძუნწეს იმით ამართლებს, თითქოს ცდილობს ჰანსი ცდუნებას აარიდოს და მისი გული შურისგნ დაიცვას. აი, როგორ მოძღვრავს იგი თავის ბიჭუნას, რომელიც ჰანსის დახმარებას მოისურვებს:

Why, if little Hans came up here and saw our warm fire and our good supper, and our great cask of red wine, he might get envious, and envy is a most terrible thing, and would spoil anybody’s nature. I certainly will not allow Hans’s nature to be spoiled. I am his best friend, and I will always watch over him, and see that he is not led into any temptations.” [Wilde, 1979:56-57] („პატარა ჰანსი რომ აქ მოვიდეს და ნახოს, რომ ჩვენ ცეცხლი გვინთია, გემრიელ ვახშამს შევექცევით და წითელ ღვინოს მივირთმევთ, შეშურდება. მერე იცი, რა არის შური? შური საშინელი რამაა და ადამიანის ბუნებას ძალიან აფუჭებს. მაგას კი როგორ ვიზამ რომ ჰანსს ბუნება გაუფუჭდეს. მე მისი საუკეთესო მეგობარი ვარ და მუდამ ვიზრუნებ, რომ ჰანსი რაიმე მაცთუნებელს არ გადაეყაროს“) [უაილდი, 1960:60]. ამ სიტყვებიდან ჩანს მეწისქვილის ამაზრზენი ფარისევლობა.

საინტერესოა, რას პასუხობს იგი საკუთარ ცოლს, რომელიც აღტაცებას ვერ მალავს, ისე მოსწონს ქმრის საუბარი: “Lots of people act well,” answered the Miller; “but very few people talk

well, which shows that talking is much the more difficult thing of the two, and much the finer thing also.” [Wilde, 1979:57] („- კარგად ბევრი ირჯება, მაგრამ ძალიან ცოტა ლაპარაკობს კარგად. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ლაპარაკი უფრო ძნელია, ვიდრე საქმის კეთება და მეტი სიფაქიზეც სჭირდება“) [უაილდი, 1960:61]. ამ სიტყვების სარკაზმი იმაში მდგომარეობს, რომ საყოველთაოდ დამკვიდრებული შეხედულების მიხედვით, სიტყვასა და საქმეს შორის პირატესობა სწორედ საქმეს უნდა მიენიჭოს და არა სიტყვას.

პარადოქსები

ოსკარ უაილდი ცნობილია თავისი ენამახვილური პარადოქსებით, რომლებიც უხვად არის გაბნეული მის ნაწარმოებებში. ასეთი გამონათქვამები ზემოთაც ვახსენეთ, მაგრამ სტატიის ამ ნაწილში გვსურს თავი მოვუყაროთ რამდენიმე საგულისხმო პარადოქსს. ისინი მეტწილად მოგვყავს „ღირსშესანიშნავი შუშხუნდიდან“, რადგან ეს ზღაპარი ამ მხრივ გამორჩეულია.

ღირსშესანიშნავი შუშხუნა აღშფოთებულია იმის გამო, რომ ვინმეს შეუძლია ბედნიერი იყოს მაშინ, როდესაც თავად ტანჯულს განასახიერებს. იგი ტკაცუნას მოუწოდებს სხვებზე იფიქროს, კერძოდ კი მასზე და მაგალითად საკუთარ თავს უსახავს. წესით ის უნდა ამბობდეს, მე სულ სხვებზე ვფიქრობო, მაგრამ გვაქვს პარადოქსი: შუშხუნა მუდამ საკუთარ თავზე ფიქრობს და ამასვე მოელის სხვებისგანაც. სწორედ ამას ეძახის ის თანაგრძნობას. ეს ნაწყვეტი დედანში ასე ჟღერს:

“Pray, what are you laughing at?” inquired the Rocket; “I am not laughing.”

“I am laughing because I am happy,” replied the Cracker.

“That is a very selfish reason,” said the Rocket angrily. “What right have you to be happy? You should be thinking about others. In fact, you should be thinking about me. I am always thinking about myself, and I expect everybody else to do the same. That is what is called sympathy. It is a beautiful virtue, and I possess it in a high degree.” [Wilde, 1979:78]

ქართული თარგმანი კი ასეთია:

„- გეთაყვა, რაზე იცინით - იკითხა შუშხუნამ, - მე არ მეცინება.

- ვიცინი, რადგან ბედნიერი ვარ, - უპასუხა ტკაცუნამ.

- ძალიან ეგოისტური მიზეზია. - თქვა შუშხუნამ გაჯავრებით. - რა უფლება გაქვთ ბედნიერი იყოთ? სხვებზე უნდა ფიქრობდეთ. მაგალითად, ჩემზე უნდა ფიქრობდეთ. მე მუდამ ჩემს თავზე ვფიქრობ და დანარჩენებისგანაც ამასვე მოველი. სწორედ ამას ჰქვია თანაგრძნობა. ეს დიდი ნიჭია და იგი მეტად დამახასიათებელია ჩემთვის“. [უაილდი, 1960:84]

მსგავსი შინაარსის პარადოქსის შემცველია შუშხუნას დიალოგი ბაყაყთან:

The Rocket is irritated by the Frog who is talking about himself instead of listening to him
“You are a very irritating person,” said the Rocket, “and very ill-bred. I hate people who talk about themselves, as you do when one wants to talk about oneself, as I do. It is what I call selfishness, and selfishness is a most detestable thing, especially to any one of my temperament, for I am well known for my sympathetic nature.” [Wilde, 1979:78-79]

„- დიდი აბეზარა პიროვნება ბრძანებულხართ,- თქვა შუშუნამ,- და ფრიად გაუზრდელიც. მეჯავრება ის, ვინც, თქვენი არ იყოს სულ თვის თავზე ლაპარაკობს მაშინაც როდესაც სხვას, ჩემი არ იყოს, თვის თავზე უნდა ლაპარაკი. მე ამას ეგოიზმს ვუწოდებ, ეს კი უსაზიზღრესი რამ არის, განსაკუთრებით ჩემი ბუნების ადამიანის თვალში, რადგან ჩემი გულშემატკივრობა ხომ კარგადაა ცნობილი“. [უაილდი, 1960:92-93]

ძალიან შთამბეჭდავია მწერლის პარადოქსი მგრძნობიარე ადამიანებზე, უფრო სწორად შუშუნასნაირ ადამიანებზე, რომლებიც საკუთარ თავს მგრძნობიარეს უწოდებენ. ქვემოთ მოცემული ნაწყვეტი ღირსშესანიშნავი შუშუნას სიტყვებით იწყება, შემდეგ კი ტკაცუნასა და რომაული სანთლის დიალოგი მოჰყვება:

“No one in the whole world is so sensitive as I am, I am quite sure of that.

“What is a sensitive person?” said the Cracker to the Roman Candle.

“A person who, because he has corns himself, always treads on other people’s toes,” answered the Roman Candle in a low whisper; and the Cracker nearly exploded with laughter. [Wilde, 1979:78]

(„- რას ნიშნავს მგრძნობიარე არსება? - ჰკითხა ტკაცუნამ რომაულ სანთელს.

- არსება, რომელიც მუდამ სხვას ადგამს ფეხს, აქაო და მე თვითონ მაქვს ბებერებო“- ჩურჩულით მიუგო რომაულმა სანთელმა და ტკაცუნა კინაღამ გასკდა სიცილით“) [უაილდი, 1960:84].

დასასრულ მოვიყვანთ ორ ყველაზე ძლიერ და ღრმა შინაარსის მქონე პარადოქსს. ალეგორიული პერსონაჟების პირით მწერალი ამბობს, რომ სახიფათოა მეგობრის ცნობა; ასევე სახიფათოა ისეთი ამბის მოყოლა, რომელსაც მორალი აქვს. ეს პარადოქსები წინ წამოწევს ადამიანთა ზედაპირულობის, ასევე სულიერებასა და ზნეობასთან მათი დამოკიდებულების საკითხებს. როდესაც ღირსშენანიშნავ შუშუნას ეკითხებიან, თუ რატომ თვლის თავს უფლისუწულის მეგობრად მაშინ, როდესაც მას არც კი შეხვედრია, იგი მიუგებს:

“I never said I knew him,” answered the Rocket. “I dare say that if I knew him I should not be his friend at all. It is a very dangerous thing to know one’s friends.” [Wilde, 1979:75]

„- არც არსოდეს მითქვამს, ვიცნობ-მეთქი, - თქვა შუშუნამ, - მე ვფიქრობ, რომ ვიცნობდე, სულაც არ ვიქნებოდი მისი მეგობარი. მეგობრის ცნობა ძალიან სახიფათოა“) [უაილდი, 1960:87].

ბოლო მაგალითი „ერთგული მეგობრიდანაა“. გავიხსენოთ, როგორ აღშფოთდება წყლის ვირთაგვა როდესაც მას ბზეწვია ამბის მორალს უხსენებს. გაგულისებული ვირთაგვა რომ „სისულელე“-ს ძახილით გაეცლება, ბზეწვია იხვს შესჩივლებს:

“I am rather afraid that I have annoyed him,” answered the Linnet. “The fact is that I told him a story with a moral.”

“Ah! That is always a very dangerous thing to do,” said the Duck.

“And I quite agree with her.” [Wilde, 1979:66]

(„- ვგონებ გავაჯავრე, - თქვა ბზეწვიამ - და სულ იმიტომ, რომ მოვეყვი ამბავი, რომელსაც მორალი აქვს.

- ოჰ ეს ძალიან საშიშია, - თქვა იხვმა.

და მეც სავსებით ვეთანხმები მას“). [უაილდი, 1960:75]

პარადოქსის ეფექტს აძლიერებს ავტორის სიტყვები, რომ ის თავადაც ეთანხმება იმ აზრს, რომ მორალის მქონე ამბის მოყოლა ძალიან სახიფათოა.

დასკვნა

ოსკარ უაილდის ზღაპრები ლიტერატურულ ზღაპრის ყველა თვისებას იზიარებს: მათში გვხვდება ჯადოსნური ელემენტები, ფანტასტიკური პერსონაჟები, ალეგორია, გამეორება და სხვა მხატვრული ხერხები. ასევე, ხალხური ზღაპრებისაგან განსხვავებით, მათ ახასიათებს ინდივიდუალური, ზეაწეული სტილი, ხატოვანება, გამირების განცდებისა და ბუნების სურათების ასახვა, სევდიანი დასასრული. ცნობილია, რომ ლიტერატურულ ზღაპრებში ბრძოლა კეთილსა და ბოროტს შორის ყოველთვის სიკეთის გამარჯვებით არ მთავრდება, ხოლო რაც შეეხება ოსკარ უაილდის ზღაპრებს, თითქმის ყოველ მათგანს ტრაგიკული დასასრული აქვს.

აღსანიშნავია, რომ უაილდის ზღაპრებიდან ბევრის სიუჟეტი ხალხური ზღაპრებისას ემთხვევა და არაერთი მკვლევარი უსვამს ხაზს მწერლის შემოქმედებაზე მის წინამორბედთა გავლენას, მაგრამ მთავარი ის არის, თუ როგორი ორიგინალური და უნიკალური სტილით გადმოსცემს არაორიგინალურ, უკვე ნაცნობ ამბებს გენიალური მწერალი, ხოლო საერთო სიუჟეტები არ ახალია მსოფლიო ლიტერატურის ისტორიაში. ოსკარ უაილდის ქმნილებებს, მოცემულ შემთხვევაში ზღაპრებს, სხვებისაგან გამოარჩევს მხოლოდ უაილდისათვის დამახასიათებელი სინტაქსი, გამეორების, პარალელური კონსტრუქციების ოსტატურად გამოყენება, უმდიდრესი წარმოსახვის უნარი და ენა, უჩვეულო შედარებები და მეტაფორები, ზეაწეული განწყობა, რაც არქაიზმებისა და ბიბლიური თუ მითოლოგიური ალუზიების მეშვეობით მიიღწევა.

ამასთან, ჯადოსნურ, ზღაპრულ სამყაროშიც უხვად გვხვდება ავტორის სოციალური სატირა: ისეთი მხატვრული ხერხების გამოყენებით, როგორცაა ირონია, ალეგორია,

პერსონიფიკაცია, პარადოქსები; უაილდი ამხილებს და დასცინის თავისი თანამედროვე ვიქტორიული საზოგადოების მანკიერებებს: ფარისევლობას, მერკანტილიზმს, სნობიზმს, ამპარტავნებას, უსაქმურობას, თავკერძობას, შეზღუდულ აზროვნებასა თუ უმადურებას და კრიტიკაშიც ისეთსავე დახვეწილობას იჩენს, როგორც სილამაზის სამყაროს შექმნაში. სწორედ ეს განაპირობებს იმ უდიდეს ემოციურ და ესთეტიკურ შთაბეჭდილებას, რომელსაც უაილდის ზღაპრები ახდენს მკითხველზე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- უაილდი ო., „ბროწეულის სახლი“, თარგმნეს ინგლისურიდან ქეთევან კანდელაკმა და ნათელა ჩიგოგიძემ. საბჭოთა მწერალი, თბილისი 1960.
- ფანჯიკიძე დ., „თარგმანის თეორია და პრაქტიკა“, „განათლება“, თბილისი, 1988.
- ჭილაია რ., „ლიტერატურათმცოდნეობის ცნებები“, თბილისი, 1984.
- Wilde, O., *Fairy Tales by Oscar Wilde*, Moscow, Progress Publishers 1979.
- Ransome, A. (2011). *Oscar Wilde: A critical study*. <https://www.gutenberg.org/files/36017/36017-h/36017-h.htm>
- Wilde O. (1979). *Fairy tales*. Progress Publishers. (Original work published 1888)
- Wilde, O. (2016). The decay of lying. [https://www.berfrois.com/2016/0/Wilde's 8/oscar-wilde-arts-rough-material/](https://www.berfrois.com/2016/0/Wilde's%208/oscar-wilde-arts-rough-material/) (Original work published 1891)
- Wilde O. (2018). *The Fairy Tales of Oscar Wilde*, Arion Press
- Wilde O. (2021). *The happy prince and other tales*. <https://www.gutenberg.org/files/902/902-h/902-h.htm> (Original work published 1888)

Social Satire in Oscar Wilde's Fairy Tales

Abstract: This article studies the fairy tales by Oscar Wilde from the perspective of social satire employed by the author to expose the vices of his contemporary Victorian Society. The texts used as empirical material for the study are the fairy tales from “*The Happy Prince and Other Tales*.” They fall under the category of literary fairy tales and possess all the features characteristic of this literary genre. The plots of Oscar Wilde’s fairy tales are not always original, but their author’s individual, exquisite style, prolific imagination, and ample word repertoire make them unique. Wilde’s fairy tales as well as other works are the embodiment of his aesthetic principle “art for art’s sake”, considering beauty as art’s main pursuit. The magic and beauty in Wilde’s fairy tales are accompanied by severe criticism of Victorian morality with its hypocrisy, materialism, snobbishness, arrogance, idleness, uniformity, narrow-mindedness, and selfishness. The criticism is expressed with the help of allegory, irony, paradox, and other literary devices.

Keywords: fairy tales, allegory, hypocrisy, irony, paradoxes, social satire, Victorian morality



How to determine the readability of a physics text

Nana Maisuradze

Sokhumi State University, Tbilisi, Georgia

Abstract

The educational text of textbooks of physics has many defects. It is necessary to underline its overcrowding with inaccessible materials for a pupil.

The establishment of parameters the text difficult and set of aspects still needs to be distinguished. Under the term, «readership» the sum of those factors which promote successful reading, with the account as to complexity of the text, and preparation of level of the reader (age, formation) is meant. Complexity of the text consists in particular its maintenances, in logic construction, in it informed.

The formula of complexity of the text should be simple. It is necessary to use numerical (empirical) coefficients into formulas. Purpose of these coefficients is clear mathematically: to counterbalance an order of members and to "open" an interval of a scale of difficulty. Factors are needed to be rounding.

Usage of formulas doesn't exclude acknowledged and inculcation methods of checking the quality of textbooks. These methods keep their value. Formulas allow to improve methods of estimation of the quality of textbooks and to receive the united indexes of difficulty of material`s transferring on which basis it is possible to develop an objective criteria of optimum difficulty of the educational text.

Key words: Abstractness, physical term, text complexity, readability formula.

The direct source and companion of the pupil`s knowledge is the school textbook [1]. It should contain the volume of knowledge considered by the program, that is obligatory for the pupil. The textbook should reflect the nearest achievements in the given science, stand at a high level pedagogically and methodically; consider age and features of the pupil, should be penetrated with didactic principles of training; should be written in the correct literary language, etc. The Educational text should be written so that in the pupil must feel pleasure and makes him/her love to knowledge, lities of independent work on the book.

As a rule, the educational text of textbooks of physics has many defects. It is necessary to underline its overcrowding with inaccessible materials for a pupil (the school textbook shouldn't represent the abstract of higher school). We should remember that at school we bring up not a

physicist, and the thinker, a developed person who owns the basis of a science and is capable to use received general education in practice.

The text is a difficult system formation, that also means multi-dimensional and in multi-flatness. The text characteristics conditionally are divide into outward and inside ones [2]. Such characteristics belong to outward i.e. formal as the length of a word, which is expressed by quantity of letters or a syllable; the length of the sentence and distribution of this length to the whole length of all the text; quantity of different kinds of definition, verbs and the parts of speech, a different parity of this quantity; quantity of dependent sentence of different kinds and etc. Formal parameters of the text can be used while designing the formula of reading that gives the chance to estimate the sum which affects on learning the text for a certain group of readers.

Such parameters belong to internal ones of the text, which will be established not at the result of formal calculation, that is possible without understanding the text, but by meaningful analysis of the text content. The text content may contain the facts, theoretical regulations, compliance with the analysis and the facts and theories. The content of the text contains three systems of information- a system of fact information, theory information and reflex information.

The system of reflex information includes the content of that part of the text which expresses the relation to the facts and theories, gives them an estimation, it is often accompanied by emotional remarks and passages. If the basic function of the system of fact information and the system of theory information is informing about something, the function of reflex elements of the text is structuring of perceptions and understanding in the process of information. I.e. when the text includes reflex elements, there is created a certain accent and relation to any information.

The establishment of parameters the text difficult and set of aspects still needs to be distinguished. Under the term, «readership» the sum of those factors which promote successful reading, with the account as to complexity of the text, and preparation of level of the reader (age, formation) is meant. Complexity of the text consists in particular its maintenances, in logic construction, in it informed etc. [3]. Some parameters are discussed in the literature treated by us: length of the sentence - all researchers agree with it, length of a word, a percentage quantity of difficult, foreign, long words, terms; abstractiveness connected with noun repetition. Different authors use these parameters in different combinations.

Certainly complexity of the text isn't exhausted by this, but it is a subject for the next researches. That is why we must satisfy by that what we have.

There are spread the formulas defining complexity of the text's readability [4]. They define complexity of the text only according to some characteristics, but it is not enough.

The formula of complexity of the text should be simple, therefore almost all authors choose a rectilinear dependence, basically with two parameters. Some of them use three (seldom more) parameters. It is necessary to use numerical (empirical) coefficients into formulas. Purpose of these coefficients is clear mathematically: to counterbalance an order of members and to "open" an interval of a scale of difficulty. But these coefficients are often used incorrectly, to put it mildly, are entered incorrectly, they do not contain figures of 4 or 5. For example, Dix's and Shtaiver`s formula includes 236,96 numerical free members. If in this number all figures are reliable, its maximum error is

0,005/236,96=0,002 %. Reaching such «fantastic» accuracy in pedagogical researches is impossible, unreal. Unfortunately, the considerable part of authors does not pay attention to this, and the formulas are overloaded by "too exact" coefficients. Factors are needed to be rounding.

There is a principle question: whether it is necessary to do out and use such formulas?

Usage of formulas doesn't exclude acknowledged and inculcation methods of checking the quality of textbooks: expert estimations, experimental check at school etc. These methods keep their value. Formulas allow to improve methods of estimation of the quality of textbooks and to receive the united indexes of difficulty of material's transferring on which basis it is possible to develop an objective criteria of optimum difficulty of the educational text. It is possible to estimate by formulas the manuscript before the tests at school. It allows to accelerate preparation of high-quality textbooks. And though usage of formulas to textbooks is not simple, it nevertheless is much cheaper and operative than carrying out of relevant experiments.

The estimation with formulas is a statistical estimation which demands definition of level of reliability, what probability of correct result? It's very difficult to do this and so far none of the authors has it. Despite this, usage of formulas is reasonable.

At the result of analysis of formulas it is possible to say that for the characteristic of syntactic complexity almost all authors use length of the sentence. From our point of view this parameter is the most effective. It is proved also by the fact that between difficult and easy readable texts a difference of average length of the sentence is $(8-50)/5 = 60\%$. But the method of calculation of length is differs. While calculating average length of the sentence in the educational text we divide the number of words on the number of sentence.

At calculation of number of words in the sentence, we do not include the unions in number of words in physical text; words units when one of the words has an auxiliary function and has no an independent meaning; such combination of words when two words express a single whole concept. The number of words in the text is make with a letter **n**.

If at sentence calculation, the compound sentence represents connection of two short full sentences of identical structure with the unions "and", "i.e." or a comma is considered as two short sentences. In others cases, sentences are not «a simple mechanical sum» of two short sentences and that is why they are considered as one sentences. In the educational text the number of sentences is marked with a letter **N**.

It is well known that the statistical set is not characterized with only average length, in our case an average length of the sentence. It is necessary to use the second parameter – a dispersion which characterizes dispersion round an average. None of the author does not use such characteristic in formulas. We consider it as a principle lack and we think that it is necessary to use an appropriate member into the formula. It is obvious that complexity is characterized by a share of long sentences. Therefore we take it in parameter, in particular we count long sentences, containing 12 and more words, divide them into total number of the sentences.

Almost all authors have taken the length of a word as a parameter reflecting the lexical complexity, but they define it differently. Our main aim is a semantic analysis of the educational text, therefore we cannot agree with those formal rules when there are considered interval between words,

a blank place, signs of punctuation. The special literature strengthens our point of view [5], where there are analyzed peculiarities of 100 languages of the world according to the length of a word: the length is determined by the number of phonemes. As in the Georgian language the sound coincides a letter, it is obvious that the length of a word is defined by number of letters (since the word form changeable, in the special literature it is called as usage of words and its length is a letter chain from defect to defect). Unfortunately, among the analysis of 100 languages the Georgian languages is not included. Therefore we can rely only on our researches – educational texts. We have unexpectedly received that in educational physical with different complexity the average length of a word is changed slightly: $7,59-7,54=0,7\%$, while the average length of the sentence is changed within 60% . We suppose it is reflecting of specificity of the Georgian language. And this specificity is beyond our competence, therefore our opinion isn't stated thoroughly. That is why for our purposes the length of a word will not be useful as a parameter of readability.

Which parameter can we also use for characteristic of readability? Every day the pupil meets the following terms: distance, time, speed. But as soon as we define speed as physical size, it is difficult for the majority of pupils to acquire it. Why? Abstractiveness of physical terms considerably is much higher than daily terms and the should seek the reason in it. Therefore let`s take «abstractiveness» as the third parameter in the formula.

How can we define abstractiveness, connected with physical concept, the term? The analysis of our data has convinced us that the most simple, but the effective characteristic is the quantity of physical terms per a sentence. Its calculation rule is the following: we calculate the total number of terms, at calculation it is necessary to consider that terms may be changed with pronouns. It is clear these pronouns should be replaced with appropriate terms. Total number of terms which we will mark as a letter **q**, we divide into total number of the sentences and we receive the quantity of terms per a sentence.

Thus, for level definition of readability we offer a rectilinear formula with three parameters:

$$X=(n+10p+q)/N=L+10S+T$$

Where **n** – number of words in the text, **N** – number of sentences in the text, $L=n/N$ – an average length of the sentence, **p** – number of long (with 12 and more words) sentences, $S=p/N$ – a share of long sentences, **q** - number of terms in the text, and $T=q/N$ – an average number of terms per a sentence.

The coefficient 10 for the second member is necessary to “counterbalance” an order of members, for coefficients aren't necessary for other members.

For estimation of readability we made the next scale: if **X** is in an interval of 5–8, the educational text is easy, in an interval of 9-11 – the text is average, and in 12 and more – it is a difficult level.

Usage of the given formula is reasonable for natural subjects.

What volume of the text should we chose for formula usage? There exists different methods of choice of volume selection. It is not matter which method we choose, it is important not to forget that the total number of sentences shouldn't be less than 100 for reliability of the results. It is 4-5 pages for different format of the educational text.

Of course it is not always inevitable establishment of complexity of the educational text with formulas, sometimes all is clear. From the above-mentioned it must be clear that if in the educational text the average length of the sentence is more than 15 words, it is clear without usage of any formula that such text is with a high level of complexity. The same is told about the average number of terms. The number of new notions (terms) should be limited on one page. Their admissible number is changed depending on the age of pupils. For pupils of transition age the average number of new notions on one page should not exceed 2-4. It is for understandable level, i.e. when it is necessary to explain new notions. As for usage level, the average number of new terms should not exceed 0,2 – 0,5. As we see the pupil of transition age can understand 2 – 4 new terms on one page but when he/she needs to use them, he/she cannot do it. He/she uses new terms less than 10 times.

This is about usage of new terms on one page, but it is necessary to keep a certain moderation while using the number of new words on one page.

If these parameters are not kept, it is clear without any formula that the text is difficult and hardly understandable.

The literature

1. Krsmanovich M. Metody of research readership educational texts. Problems of the school textbook. Rel. 2. M, Education, 1974.
2. Cuckushkin V., Nevolin I., Bushuev V. Organization intellectual work. Tb., 1984.
3. Mikk. Ja.A. Estimation of textbooks formulas of difficulty of the text. Problems school to the textbook. Rel. 5. Education. 1977.
4. Prukha I. To working out of parameters of complexity of the educational text (the review of researches). Problems of the school textbook. Rel. 15. Education, 1985.
5. Mathematical linguistics. Piotrovsky R. G, Bektaev K.B., Piotrovsky A.A. M, the Higher school, 1977.

როგორ განვსაზღვროთ ფიზიკის ტექსტის კითხვადობა

ნანა მაისურაძე

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

ტექსტის კითხვადობის პარამეტრების დადგენა რთულია და ჯერ კიდევ სხვადასხვა ასპექტი გასარკვევის. „კითხვადობის“ ტერმინის ქვეშ ვგულისხმობთ იმ ფაქტორების ჯამს, რომლებიც ხელს უწყობენ წარმატებულ კითხვას, როგორც ტექსტის სირთულის, ასევე მკითხველის მომზადების ხარისხის გათვალისწინებით. ტექსტის სირთულე მდგომარეობს მისი შინაარსის თავისებურებებში, ლოგიკურ აგებაში, მისი მასალის ინფორმაციულობაში.

ტექსტის სირთულის განმსაზღვრელი ფორმულა მარტივი უნდა იყოს, ფორმულებში საჭიროა რიცხვითი კოეფიციენტების შეტანა. ამ კოეფიციენტების დანიშნულება მათემატიკურად გასაგებია: წევრების რიგი გაწონასწორდეს და სირთულის სკალის ინტერვალი „გაიშალოს“.

საჭიროა კოეფიციენტების დამრგვალება სათანადო სიზუსტით, მითუმეტეს, რომ ეს ამარტივებს მათ გამოყენებას.

ფორმულების გამოყენება არ გამორიცხავს სახელმძღვანელოთა ხარისხის შესამოწმებელ აღიარებულ და დამკვიდრებულ მეთოდებს. ეს მეთოდები ინარჩუნებენ თავის მნიშვნელობას. ფორმულები კი შესაძლებლობას იძლევა სახელმძღვანელოს ხარისხის შეფასების მეთოდების სრულყოფისა და მასალების გადმოცემის სირთულის ერთიანი ინდექსების მიღებას, რომელთა საფუძველზე შეიძლება დამუშავდეს სასწავლო ტექსტის ოპტიმალური სირთულის ობიექტური კრიტერიუმები.

საკვანძო სიტყვები: აბსტრაქტულობა, ფიზიკური ტერმინი, ტექსტის სირთულე, კითხვადობის ფორმულა.



ბიოეთიკური მიდგომები სიმულაციურ სწავლებაში

ირმა მანჯავიძე, პირდარა ნოზაძე, დალი ჩიტაიშვილი, ლია ოტიაშვილი

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

ნაშრომში განხილულია ის ძირითადი საკითხები და ბიოეთიკური მიდგომები რაც სიმულაციური სწავლების დროს არის გასათვალისწინებელი. მნიშვნელოვანია სპეციალური კოდექსის ძირითადი პრინციპების ცოდნა. ეთიკის კოდექსი ეყრდნობა და ავითარებს გაერთიანებული ერების განვითარების პროგრამისა და სხვა პროფესიული ასოციაციების მიერ გამოხატულ ფუნდამენტურ ღირებულებებსა და პრაქტიკას.

სამედიცინო განათლებაში სიმულაციური სწავლების დროს მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ეს არის სამედიცინო განათლებაში ერთ-ერთი დამხმარე მეთოდი და „ვერასოდეს ჩაანაცვლებს კლინიკურ პრაქტიკას.

სამედიცინო განათლებაში დროს მკაფიოდ უნდა იყოს განსაზღვრული მიზანი, სამიზნე აუდიტორია, რათა პასუხი გაეცეს კონკრეტულ შევითხვებს როლური თამაშის გამოყენებით. ასევე განხილულია, თუ რას ეფუძნება სიმულაციური სწავლება და რატომ გვჭირდება საუბარი „ეთიკის და ბიოეთიკის“ შესახებ, რაზეა დამოკიდებულია სწავლების ეფექტურობა. განხილულია ასევე სტანდარტული პაციენტის როლი და მათთან ურთიერთობაში ეთიკური პრინციპების გათვალისწინება .

საკვანძო სიტყვები: ეთიკა, ბიოეთიკა, სიმულაცია, სიმულაციებზე დაუძნებული სამედიცინო განათლება, სტანდარტული პაციენტი.

რა კავშირია ბიოეთიკასა და სიმულაციურ სწავლებას შორის

ბიოეთიკა და სიმულაციური სწავლება დაკავშირებულია რამდენიმე მნიშვნელოვანი გზით, განსაკუთრებით ისეთ სფეროებში, როგორცაა მედიცინა, ჯანდაცვა და მასთან დაკავშირებული დისციპლინები. აი, როგორ იკვთებიან ისინი: კერძოდ ეთიკური გადაწყვეტილების მიღება სიმულაციური სწავლების დროს: სიმულაციური სწავლება ხშირად მოიცავს სცენარებს, სადაც სტუდენტებმა უნდა მიიღონ ეთიკური გადაწყვეტილებები.

მაგალითად, სამედიცინო სიმულაციებში კლინიკური სცენარების გამოყენების დროს, საჭირო ხდება განიხილონ ისეთი საკითხები, როგორცაა პაციენტის თანხმობა, სიცოცხლის ბოლომდე ზრუნვა ან რესურსების განაწილება. ბიოეთიკური პრინციპების გააზრება ეხმარება მათ ამ რთულ სიტუაციებში უფრო ეფექტურად გაართვან თავი.

მნიშვნელოვანია ტრენინგი ეთიკური დილემებისთვის: სიმულაციას შეუძლია უზრუნველყოს უსაფრთხო გარემო ეთიკური დილემების შესასწავლად და გადასაჭრელად რეალური შედეგების გარეშე. ეს საშუალებას აძლევს სტუდენტებს ივარჯიშონ და დახვეწონ თავიანთი ეთიკური მსჯელობის უნარები კონტროლირებად გარემოში, რაც მათ უკეთესად მომზადებულს გახდის იმ რეალური სიტუაციებისთვის, რომლებსაც ისინი შეიძლება შეხვდნენ პროფესიულ ცხოვრებაში.

სამედიცინო განათლებაში ერთ-ერთი ძირითადი საკითხის ემპათიისა და კომუნიკაციის განვითარება: ეფექტური კომუნიკაცია და თანაგრძნობა ეთიკური პრაქტიკის გადამწყვეტი კომპონენტებია. სიმულაციები ხშირად მოიცავს როლური თამაშების ელემენტებს, რომლებიც ეხმარება ინდივიდებს ამ უნარების განვითარებაში. მაგალითად, სიმულაცია შეიძლება მოიცავდეს ცუდი ამბების მიწოდებას პაციენტისთვის ან ოჯახის წევრისთვის, სადაც აუცილებელია მოსალოდნელი შედეგების ეთიკურად მიწოდება და თანაგრძნობითი (ემპათიური) კომუნიკაცია.

როგორც სწავლებაში, ასევე საექიმო საქმიანობის დროს ხშირად საჭიროა ეთიკური კომპეტენციის შეფასება: სიმულაციები შეიძლება გამოყენებულ იქნას პრაქტიკოსი ექიმის შესაფასებლად, მის მიერ ეთიკური საკითხების გამომუშავების დონის შესაფასებლად. ეს შეფასება ეხმარება პედაგოგებს გაიგონ, რამდენად კარგად იყენებენ ინდივიდები ბიოეთიკურ პრინციპებს პრაქტიკაში, რაც უზრუნველყოფს ღირებულ უკუკავშირს შემდგომი სწავლისა და განვითარებისთვის.

სიმულაციური სწავლება საუკეთესო საფუძველს ამზადებს პოლიტიკისა და პროტოკოლის შემუშავებაში, კერძოდ კი ინსტიტუტებს შეუძლიათ შეამოწმონ და შეაფასონ თავიანთი ეთიკური სახელმძღვანელო პრინციპების ეფექტურობა და შეიტანონ საჭირო კორექტირება დაკვირვების შედეგებზე დაყრდნობით. (დაგეგმე-გააკეთე-შეაფასე-იმოქმედე-PDCA)

არსებითად, ბიოეთიკა უზრუნველყოფს ჩარჩოს ეთიკური საკითხების გაგებისა და გადაჭრისთვის, ხოლო სიმულაციური სწავლება გვთავაზობს პრაქტიკულ, პრაქტიკულ გამოცდილებას ამ პრინციპების რეალურ სცენარებში გამოსაყენებლად. ისინი ერთად აძლიერებენ პროფესიონალების მომზადებას და კომპეტენციის გამომუშავებას რთული ბიოეთიკური საკითხების გამკვლავებისათვის.

სიმულაციური სწავლება, აუცილებელია ბიოეთიკის სახელმძღვანელო პრინციპების ცოდნის მისაღებად. რამოდენიმე ორგანიზაციამ შექმნა ჩარჩო სახელმძღვანელო პრინციპებისა . აღნიშნული ჩარჩო გთავაზობს სახელმძღვანელო მითითებებს და საუკეთესო პრაქტიკას სიმულაციური სწავლების ეთიკური ქცევის უზრუნველსაყოფად.

❖ რას ეფუძნება სიმულაციური სწავლება?

სიმულაცია უნდა ეფუძნებოდეს სამ ძირითად მოთხოვნას შევინარჩუნოთ პაციენტის, სტუდენტის და მასწავლებლის უსაფრთხოება. სწავლების ასეთი მეთოდის საფუძველზე ხელი უნდა შეეწყოს სტუდენტების ჩართულობას და იმის დასწავლას და გაგებას თუ როგორ იქნეს თავიდან აცილებული შეცდომები (17)

მნიშვნელოვანია ყურადღება გამახვილდეს არა მარტო ფიზიკურ უსაფრთხოებაზე, არამედ ყველა მონაწილე მხარის ფსიქოლოგიურ უსაფრთხოებაზეც. ასევე რესურსების უსაფრთხოდ გამოყენებაზე, კარგად დაგეგმილი წინასწარი ბრიფინგი ასევე დაგეგმილი სიმულაციების მიზნ(ებ)ის დებრიფინგი და სრული ახსნა. საჭიროა ყველა მონაწილის სრული თანხმობა (17).

❖ რატომ გვჭირდება საუბარი ეთიკის შესახებ სიმულაციაში?

ტრენინგი გადამწყვეტია კლინიცისტთა მომზადებაში მანამდე, ვიდრე ის „რეალურ“ პაციენტს შეხვდება, ასეთი სახის ტრენინგი არ არის უბრალოდ ტექნიკური, ის არის ასევე სწავლისა და ვარჯიშის საშუალება. მნიშვნელოვანია

თანამშრომლობა, გუნდური ტრენინგი, ინტერპერსონალური, ინტერპროფესიონალური და გადაწყვეტილების მიღების უნარების მეშვეობით და არა შემთხვევით, სხვადასხვა ჯანდაცვის ეთიკის სწავლების შესაძლებლობა.

სიმულაცია მოიცავს ტექნოლოგიებს და სტანდარტიზებულ პაციენტებს, ასევე შესაძლებელია კომბინირებული იყოს ჰიბრიდული სიმულაციაც. სიმულაციების დროს ასევე მნიშვნელოვანია კლინიკური გარემო ან საჭიროების შემთხვევაში ვირტუალური გარემო და ხელმისაწვდომი რესურსები.

რა არის ეთიკური მოსაზრებები სიმულაციური აქტივობის შემუშავებისას? აღსანიშნავია, რომ პაციენტის უსაფრთხოება და კლინიკური საჭიროებები პირველ ადგილზეა.

მხოლოდ იმიტომ, რომ სიმულაციური ცენტრს ან დაწესებულებას აქვს მაღალი ფასის სიმულატორები, მანეკენები და აღჭურვილობა, ეს არ ნიშნავს, რომ ის ყოველთვის საუკეთესო ან ყველაზე ეფექტური გზაა სწავლისა და შეფასებისათვის. ეს არის ერთი გზა და შეიძლება არსებობდეს სხვა უფრო ხარჯების/დროის ეფექტური მეთოდები იგივე მიზნების მისაღწევად. (17)

არსებობს სტანდარტული პრაქტიკა გამოვიყენოთ მანეკენები და სიმულატორები. ჩვენ ვიცით ეს პრაქტიკა სიმულაციური, მიზანმიმართული უკუკავშირით და ბრიფინგით, აუმჯობესებს შესრულების ხარისხს, რეალობასთან დაახლოებულ გარემოში ვარჯიშობ მანეკენებთან და სიმულატორებთან.

აქვთ თუ არა მოსწავლეებს ცრუ ნდობის გრძნობა ამის შემდეგ, მათ აქვთ იმიტირებული განათლება? შეუძლიათ თუ არა მანეკენებს და ტრენერებს განსხვავებების სიმულაცია? ყოველთვის არის შესაძლებლობა, რომ ტექნიკური

პრობლემები შეიძლება წარმოიშვას მაღალი ფიდელობის (პაციენტთან მაქსიმალურად დაახლოებული) მანევრების გამოყენებისას. ეს საკითხები გავლენას მოახდენს რეალიზმზე, მთავარი ელემენტია დარჩეს სტუდენტი სწავლაზე ორიენტირებულნი.

სიმულატორები და მანევრები არის მაღალი, საშუალო და დაბალი ფიდელობის.

❖ მაღალი ფიდელობის სიმულატორების ფუნქციები და გამოყენების ეფექტურობა სამედიცინო განათლებაში (8,12)

- უკუკავშირი მყარდება მოცემული სასწავლო დავალების შესრულების პროცესში;
- სტუდენტები ახორციელებენ განმეორებით პრაქტიკას;
- სიმულაცია ინტეგრირებულია მთლიან სასწავლო გეგმაში;
- სტუდენტები ვარჯიშობენ სირთულის მზარდი დონით;
- ადაპტირებულია სხვადასხვა სასწავლო სტრატეგიისთვის;
- არის კლინიკური ვარიაციის საშუალება;
- კონტროლირებადი გარემო;
- შესაძლებელია ინდივიდუალური სწავლა (გუნდის გარდა)
- მკაფიოდ განსაზღვრულია შედეგები / არსებობს სტანდარტები;
- სიმულატორის მუშაობის ვადა გათვალისწინებულია;
- მნიშვნელოვანია სიმულატორების ვალიდურობა.

მნიშვნელოვანია სწავლის მიზნებისა და შედეგების განსაზღვრა და შემდეგ იმის განსაზღვრა, თუ სიმულაცია არის თუ არა შესაბამისი მეთოდი შედეგის მისაღწევად.

სტუდენტმა უნდა ისწავლოს თითოეული დავალება დაბალი დონის ტექნოლოგიებზე, სანამ ამ სწავლებას მაღალ ტექნოლოგიაში გამოიყენებს (17)

სტანდარტიზებული პაციენტები. „სტანდარტიზებული/სიმულირებული“ პაციენტები არიან ინდივიდები, რომლებიც არიან გაწვრთნილი კონკრეტული მდგომარეობის მქონე პაციენტის რეალისტურ მდგომარეობასთან. ისინი მზად არიან სტანდარტიზებულ და განმეორებად, უსაფრთხო და კონტროლირებად გარემოში წარმოაჩინონ გზა სწორი გადაწყვეტილების მისაღებად.

პაციენტები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სტუდენტთა სწავლებისა და შეფასებისთვის, ისეთ საკითხებზე, როგორცაა ანამნეზი/კონსულტაცია, ფიზიკური გამოკვლევა და სხვა კლინიკური უნარები სიმულაციური კლინიკური გარემოში. სტანდარტიზებული პაციენტები ასევე შეიძლება გამოყენებულ იქნას უკუკავშირის მისაცემად და სტუდენტის შესაფასებლად (17).

2018 წლის 13 იანვარს, ჯანდაცვაში სიმულაციებზე მომუშავე ჯგუფი მთელი მსოფლიოდან შეიკრიბა ლოს-ანჯელესში, კალიფორნიაში გამართულ სამიტზე, რათა ემუშავათ და ეთანამშრომლათ ჯანდაცვის სიმულაციის პროფესიონალებისთვის ეთიკის გამაერთიანებელ კოდექსის შემუშავების მიზნით.

ამ სამუშაო ჯგუფის წევრები მიესალმნენ ექვსი კონტინენტის ქვეყნებს და გაუზიარეს გამოცდილება სხვადასხვა პროფესიების ადამიანებს სიმულაციური პრაქტიკიდან. ისინი წარმოადგენდნენ ხელმძღვანელ პირებს სიმულაციური ორგანიზაციებისა და ინდუსტრიის სფეროდან. ჯგუფი მუშაობდა ეთიკოსებთან ერთად და ჩამოაყალიბეს ეთიკის კოდექსი სიმულაციური სწავლებისათვის.

ჯანდაცვის სიმულაციური ეთიკის კოდექსი აყალიბებს ძირითად მისწრაფებებს, რომლებიც მნიშვნელოვანია სიმულაციის პრაქტიკისთვის: მთლიანობა, გამჭვირვალობა, ურთიერთპატივისცემა, პროფესიონალიზმი, ანგარიშვალდებულება და შედეგზე ორიენტაცია. კოდექსი განსაზღვრავს ღირებულებებს, რომლებიც მნიშვნელოვანია ყველა მხარის კეთილდღეობისთვის (7).

❖ **ვისთვის არის კოდექსი:** ჯანდაცვის სიმულაციური ეთიკის კოდექსი შექმნილია იმისთვის, რომ განსაზღვროს მისწრაფები და ღირებულებები უმაღლეს, ზოგად დონეზე ჯანდაცვის სიმულაციის ყველა პროფესიონალისთვის.

კოდექსის მიღება: როგორც ეთიკის კოდექსებისთვისაა დამახასიათებელი, ეს კოდექსი თვითდაწესებულია. ამიტომ, ეს არის გადაწყვეტილება; ორგანიზაციებმა, საზოგადოებებმა და ინსტიტუტებმა ნებაყოფლობით უნდა მიიღონ და გაავრცელონ კოდექსი.

ჯანდაცვის სიმულაციური ეთიკის კოდექსის პრეამბულაში მითითებულია, (1) რომ ეს კოდექსი გამოადგება ცალკეულ პირებსა და ორგანიზაციებს ვინც მუშაობს უსაფრთხო პრაქტიკისა და ჯანდაცვის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის. ვინც ახორციელებს სიმულაციურ სწავლებას. თავისთავად სიმულაციური პრაქტიკა დიდ გავლენას ახდენს ჯანდაცვის მრავალ დარგებზე.

აღსანიშნავია , რომ ჯანდაცვის სიმულაციური ეთიკის კოდექსი მიზნად ისახავს ხელი შეუწყოს, გააძლიეროს და მხარი დაუჭიროს ეთიკური კულტურის ჩამოყალიბებას ყველგან სადაც ხორციელდება სიმულაციების გამოყენებით მუშაობა.

ეთიკის კოდექსი ეყრდნობა და ავითარებს გაერთიანებული ერების განვითარების პროგრამისა და სხვა პროფესიული ასოციაციების მიერ გამოხატულ ფუნდამენტურ ღირებულებებსა და პრაქტიკას.

❖ **„ეთიკის კოდექსის“ ფასეულობებს წარმოადგენს:**

I. ერთიანობა

ყველამ ვინც იყენებს სიმულაციებს უნდა შეინარჩუნონ მთლიანობის უმაღლესი სტანდარტები, მათ შორის პატიოსნება, სიმართლე, სამართლიანობა და ყველა საკითხის განსჯა რომელიც გავლენას ახდენს მათ მოვალეობებზე.

მათ უნდა:

• პატივი სცეს და განავითაროს ეთიკური ორგანიზაციული გარემო.

- უზრუნველყოს, საჭიროებისამებრ, სიმულაციური აქტივობის დიზაინის შესაძლებლობები, შეზღუდვები, ცვლილებები და პრობლემების გამჟღავნებაც კი.
- შეეძლოთ იყოს მკაფიო და ცალსახა კონკრეტული სიმულაციური აქტივობებისა და მეთოდების გამოყენებისას არსებული მტკიცებულებების მიმართ.
- იმუშაონ ადამიანების, ცხოველებისა და გარემოსთვის არასაჭირო ზიანის აღმოსაფხვრელად.
- პატივი სცეს ინდივიდებისა და ორგანიზაციების კონფიდენციალურობის უფლებებს და დაიცვან მონაცემები და შედეგები კონფიდენციალურად.
- პატივი სცეს და აღიარონ ყველას ინტელექტუალურ და საკუთრების უფლება და მიაწოდოს სათანადო ინფორმაცია საჭიროებისამებრ.

II გამჭვირვალობა

სიმულაციების ჯანდაცვის სპეციალისტებმა უნდა შეასრულონ ჯანდაცვის ყველა სიმულაციური აქტივობა ისე, რომ ხელი შეუწყოს გამჭვირვალობას და სიცხადეს დიზაინის, კომუნიკაციისა და გადაწყვეტილების მიღების პროცესებში.

მათ უნდა:

- დაიცვან მიღებული სტანდარტები სიმულაციური აქტივობების დოკუმენტაციის, ანალიზის, დიზაინის, შემუშავების, დანერგვისა და შეფასებისას.
- გაამჟღავნოს ნებისმიერი აქტივობა, რომელიც შეიძლება მოიცავდეს რეალურ ან სავარაუდო ინტერესთა კონფლიქტს.
- განმარტოს სიმულაციური აქტივობის ბუნება და მიზანი, მათ შორის კვლევითი აქტივობები.
- შეზღუდონ ისეთი სიმულაციური აქტივობები, რომლებიც მოიცავს მოტყუებას; უზრუნველყონ, რომ მოტყუება მაქსიმალურად იყოს შემცირებული, რაც არ გულისხმობს რისკის დამალვას ან ზიანის მიყენების ან დასჯის განზრახვას.

III ურთიერთპატივისცემა

ჯანდაცვის სიმულაციის სპეციალისტები პატივს სცემენ ყველას უფლებებს, ღირსებას. მათ უნდა გამოიჩინონ თანაგრძნობა, რათა მხარი დაუჭირონ კეთილგანწყობას და არა ბოროტებას სიმულაციური აქტივობებში მონაწილე ყველა ადამიანის მიმართ.

მათ უნდა:

- პატივი სცენ სტუდენტების და კოლეგების ცოდნას, უნარებს, ფასეულობებს და ღირებულებებს;
- მოუსმინონ სხვების თვალსაზრისს, შეეცადონ გაიგონ ისინი.

- გამოიჩინონ ჰუმანური ქცევა, პატივი სცენ მრავალფეროვნებას და ხელი შეუწყონ ინკლუზიურობას, თავიდან აიცილონ არასათანადო მოპყრობა.
- შეძლონ უსაფრთხოების მაქსიმალური გაზრდა, ფიზიკური და ფსიქოლოგიური რისკის მინიმუმამდე შემცირება.

IV. პროფესიონალიზმი

ჯანდაცვის სიმულაციების სპეციალისტები უნდა მოიქცნენ ისე, რომ დაიცვან ჯანდაცვის სიმულაციისთვის დამახასიათებელი პროფესიული სტანდარტები. მათ უნდა:

- მოახდინონ პროფესიული კომპეტენციისა და დამოკიდებულების დემონსტრირება.
- წარმოაჩინონ უწყვეტი პიროვნული და პროფესიული განვითარება.
- წახალისონ და განავითარონ კოლეგები და სტუდენტები ჯანდაცვის სიმულაციის მიმართულებით;
- შექმნან შესაძლებლობები ჯანდაცვის სიმულაციური პროფესიის წინსვლისათვის.

V. ანგარიშვალდებულება

ჯანდაცვის სიმულაციების პროფესიონალები პასუხისმგებელი იქნებიან თავიანთ გადაწყვეტილებებზე და ქმედებებზე თავიანთი მოვალეობებისა და პასუხისმგებლობების შესრულებისას.

მათ უნდა:

- განუწყვეტლივ მოიძიონ, იფიქრონ და განავითარონ უკუკავშირი;
- საჭიროებისამებრ წარუდგინონ პროფესიულ ორგანიზაციებს;
- იყვნენ საუკეთესო როლური მოდელი თავისი ეთიკური ქცევით;
- გამოავლინონ პროფესიული ქცევა, რომელიც დაეხმარება ჯანდაცვის სიმულაციურ საზოგადოებას, დამსაქმებლებსა და საკუთარი თავს;
- დაადგინონ და აცნობონ შესაბამის მხარეებს სახიფათო, არაეთიკური ან არაპროფესიონალური ქცევის შესახებ.
- შეიმუშაონ და გამოიყენონ სიმულაციები ისე, რომ გონივრულად გამოიყენონ არსებული რესურსები.
- შეინარჩუნონ სიფხიზლე არა მხოლოდ სასურველი შედეგების, არამედ სიმულაციური აქტივობის პოტენციური არასასურველი შედეგების მიმართ.

VI. შედეგზე ორიენტირებულობა

ჯანდაცვის სიმულაციების სპეციალისტები ემსახურებიან ისეთი საქმიანობების მხარდაჭერას, რომლებიც აუმჯობესებენ პროფესიისა და ჯანდაცვის სისტემების ხარისხს. შედეგები მოიცავს ჯანდაცვის სიმულაციის პროცესის ყველა ნაწილს და არ არის ექსკლუზიური საბოლოო პროდუქტისთვის.

მათ უნდა:

- უზრუნველყოს ჯანდაცვის სიმულაციის საიმედო და სანდო გამოყენება, პრაქტიკის აღიარებული სტანდარტების შესაბამისად.
- ჩაერთონ ხარისხის მუდმივ გაუმჯობესებაში.
- ჩამოაყალიბონ გაზომვადი ზემოქმედება მისაღწევი შედეგების დიაპაზონში, მათ შორის სიმულაციის პრაქტიკის, ადამიანის მუშაობის, სისტემების გაუმჯობესებისა და პაციენტის პირდაპირი შედეგების ჩათვლით.
- ეთიკის კოდექსის ჩართვა და შემდგომი იმპლემენტაცია ჯანდაცვის სიმულაციისა და ორგანიზაციული კულტურის მასშტაბით.
- გამოიყენონ ეთიკის კოდექსი შესაბამისი სფეროების ეთიკური პრაქტიკის ინფორმირებისთვის.
- ჯანდაცვის სიმულაციის შესახებ საზოგადოების ცოდნის გაღრმავება ხელმისაწვდომობის ხელშეწყობისა და ცოდნისა და გამოცდილების გაზიარების გზით.

ზემოაღნიშნულ კოდექსში მითითებულია ზოგადი პრინციპები, რაც უნდა იყოს გათვალისწინებული სიმულაციების გამოყენებისას.

❖ სიმულაციებზე დაფუძნებული სამედიცინო განათლება-საუკეთესო პრაქტიკა და გამოწვევები

მთელ მსოფლიოში სამედიცინო განათლების სისტემაში დანერგილია სწავლება მანეკენების, მულაჟების და სიმულატორების გამოყენებით. მსოფლიოს წამყვანი უნივერსიტეტების სიმულაციური სწავლების ცენტრები და სპეციალური ასოციაციები მართავენ შეხვედრებს, ატარებენ კონფერენციებს, სიმპოზიუმებს და ტრენინგებს, სადაც ერთმანეთს უზიარებენ გამოცდილებას სიმულაციური სწავლების შესახებ. თუმცა "პაციენტებთან ურთიერთობა ასევე გულისხმობს სიმულირებულ, სტანდარტიზებულ პაციენტთან კომუნიკაციას ან სხვა შესაბამისი ტექნოლოგიების გამოყენებას, რაც შეავსებს, მაგრამ არ ჩაანაცვლებს კლინიკურ პრაქტიკას".

უპირველეს ყოვლისა, მნიშვნელოვანია აღინიშნოს თამაშების როლი სიმულაციების გამოყენებისას, რომელიც გამოიყენება ჯერ კიდევ 1960 წლიდან (Zuckerman&Horn,1973;

Stadsklev 1974). კომპიუტერული ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ სიმულაციების ფართოდ გამოყენებამ და თამაშების გამოყენებამ სამედიცინო განათლებაში დღის წესრიგში დააყენა საკითხი რომ ეს მეთოდები არა მარტო ალტერნატიული სწავლების მეთოდებია, არამედ აუცილებლად საჭიროებს ადვოკატირებას მაწავლებლებისა და მკვლევარების მხრიდან, რათა სწორად მოხდეს ახალი თაობის მასწავლებელთა მოტივაციის გაძლიერება (Dickey, 2007; Gee 2003;Prensky, 2001; Tuzun, 2004).

გარდა ამისა, სიმულაციები და როლური თამაშები საკლასო ოთახში ექიმ-პაციენტის კომუნიკაციის თავისებურებების შესასწავლად- ზრდის სტუდენტთა ინტერაქტიულობას ავტონომიის პირობებში, ინდივიდუალურად და უსაფრთხო გარემოში ახორციელებს მრავალჯერ განმეორებით პრაქტიკას. (Prensky, 2001; Winn, 2002). რომელიც ქმნის როგორც ეთიკურ ვალდებულებებს, ასევე გამოწვევებს, რომლებიც მასწავლებლებმა და მკვლევარებმა უნდა გაითვალისწინონ .

როდესაც განვიხილავთ როლური თამაშის და სწავლის სიმულაციური სისტემების სირთულეს, მთავარია იმის გათვალისწინება, თუ როგორ ერწყმის ეს ეთიკური პასუხისმგებლობა თამაშებისა და სიმულაციების სასწავლო დიზაინს . გამოვყოფთ რამდენიმე ძირითად სფეროს, რომლებშიც ეთიკური პრობლემები ჩნდება თამაშებთან და სიმულაციებთან დაკავშირებით.

თუ ვივარაუდებთ, რომ ჩვენ გვაქვს ეთიკური პასუხისმგებლობა როლური თამაშებისა და სიმულაციების ეთიკურად შემუშავებაზე, ჯერ უნდა განვსაზღვროთ, სად იწყება დიზაინი?

დიზაინის დაწყებამდე მნიშვნელოვანია განისაზღვროს

- **რა არის მიზანი?** სამიზნე აუდიტორიაზე განხორციელდება მინიმალური რისკი ფსიქოლოგიური, სოციალური ან საგანმანათლებლო თვალსაზრისით?
- რა არის შერჩეული დიზაინს ყველზე ძვირფასი ღირებულებები, რომლებიც შეიძლება ეწინააღმდეგებოდეს აუდიტორიის საუკეთესო ინტერესებს?
- შეიძლება აღნიშნული დიზაინის განვითარებას მოყვეს არასასურველი შედეგები?

ხოლო დიზაინის დაწყების შემდეგ, გასათვალისწინებელია შემდეგი ელემენტები:

დაიწყეთ ისევ მიზნით. არის თუ არა თქვენი თამაშის მიზანი რაღაც, რისი თქმაც შეგიძლიათ ეთიკური და ადამიანური სუბიექტების დაცვით?

შეგიძლიათ თქვათ, რომ თქვენი დაგეგმილი დიზაინი არის ის, რისი მიწოდებაც შეგიძლიათ და დაიცავს თქვენს სტუდენტებს გაუთვალისწინებელი ზიანისგან? არის თუ არა თამაშის ან სიმულაციის ძირითადი ღირებულებები, რისი სწავლებაც გასურთ?

კოგნიტური ურთიერთქმედება. მას შემდეგ რაც შექმნით თქვენს თამაშში ურთიერთქმედებებს, განიხილავთ ფსიქოლოგიურ პრინციპებს, რომლებსაც იყენებთ თქვენი სტუდენტების ჩართულობისთვის?

აუდიტორია. იცით თუ არა თქვენი აუდიტორიის და მათი განსაკუთრებული საჭიროებების შესახებ? გაქვთ თუ არა დაწერილი ტექსტი და აუდიო ნიშნები ისე, რომ სტუდენტებმა შეძლონ ადეკვატურად დამუშავება და გაგება?

ზოგიერთი კონკრეტული შეკითხვა მოიცავს:

1. როგორია ჩემი, როგორც მასწავლებლის ურთიერთობა თამაშთან, ვირტუალურ სამყაროსთან ან სიმულაციებთან? შემიძლია თუ არა ობიექტურად ვთქვა, რომ ჩემზე გავლენას არ ახდენს ასეთი სიმულაციების წარსულში გამოყენების შედეგები, ხომ არ ვაპირებ მათ გამოყენებას მხოლოდ იმიტომ, რომ მომწონს?
2. შემიძლია ადეკვატურად ვიწინასწარმეტყველო გამოყენების შედეგები და მინიმუმამდე დავიყვანო სტუდენტებისათვის ფსიქოლოგიური, სოციალური ან საგანმანათლებლო რისკი?
3. შემიძლია თუ არა უზრუნველვყო მომსახურება შეზღუდული შესაძლებლობის მქონე სტუდენტებისათვის, როგორცაა მხედველობის ან სმენის დაქვეითება და კვლავ გამოვიყენო თამაშები, სიმულაციები ან ვიდეორგოლები?
4. შემიძლია სწორად შევაფასო სწავლის შედეგები და ვთქვა, რომ ჩემმა პროდუქტმა გააუმჯობესა სწავლის ზოგიერთი ასპექტი?
5. შემიძლია თუ არა პროდუქტის შემუშავება და განვითარება იმ რესურსებით, რაც მაქვს, მივაღწიო სწავლის შედეგებს გართულებების გარეშე?
6. მე ან ჩემი კოლეგები კომპეტენტური ვართ თამაშის, სიმულაციის ან ვირტუალური სამყაროს შესაქმნელად? გვაქვს თუ არა დიზაინი და ტექნიკური უნარები, რომ ჩვენთვის ხელმისაწვდომი რესურსებით ვაწარმოოთ სიცოცხლისუნარიანი პროდუქტი?
7. დიზაინის დასასრულს შევძლებთ თუ არა მის ახსნას სხვებისთვის შეფასებისთვის, გამოყენებისა და კვლევისთვის თუ დახურული დარჩება საკითხი?
8. შემიძლია თუ არა ამ თამაშის, სიმულაციის ან ვირტუალური სამყაროს დაპროექტება და სხვების ინტელექტუალური საკუთრების პატივისცემა და მასში შემავალი იდეების სათანადოდ აღიარება?
9. არის თუ არა თამაშში, სიმულაცია ან ვირტუალური სამყარო, სოციალურად პასუხისმგებელი და სარგებელს მოუტანს სტუდენტებს?

მნიშვნელოვანია გვესმოდეს, რომ ისეთ სფეროში, როგორც არის განათლება, თავისი კვლევებით, სასწავლო დიზაინით, სწავლებითა და სასწავლო აქტივობებით, რომლებიც ტარდება ყოველდღიურად, არსებობს ნათლად იდენტიფიცირებადი სოციალური ნორმები სწავლის ღირებულების შესახებ.

ჩვენ ვამტკიცებთ, რომ ამ კითხვების გათვალისწინებით, სასწავლო დიზაინერს შეუძლია მაქსიმალურად გაზარდოს საგანმანათლებლო სარგებელი და მინიმუმამდე დაიყვანოს რისკები სტუდენტებისათვის. გარდა ამისა, ისინი მოუწოდებენ დიზაინერებს განსაზღვრონ,

თამაშში, სიმულაციაში ან ვირტუალურ სამყაროში ინსტრუქციის ჩანერგვა, რაც რეალურად გააუმჯობესებს სწავლას, და არა მხოლოდ დროებითი გარეგანი მოტივატორი, რომელიც კარგავს თავის ეფექტურობას რამდენიმე ხანმოკლე გამოყენების შემდეგ. უფრო მეტიც, ეს მოსაზრებები აიძულებს დიზაინერს დაუსვას ფუნდამენტური კითხვა, რომელიც ყოველთვის არ არის უპირველესი ჩვენს გონებაში, როდესაც ჩვენ ვცდილობთ მოვახდინოთ სტუდენტების სტიმულირება.

2012 წელს იუნესკომ განაცხადა, თუ რამდენად იცვლება დღევანდელი საგანმანათლებლო გარემო და რამდენად კონკურენტუნარიანია. ამისთვის აღნიშნული დოკუმენტი რეკომენდაციას უწევდა სიმულაციის მოდელებს განათლების სტრატეგიების შესამუშავებლად, რაც დაეხმარება სტუდენტების უკეთ შეფასებაში განსაკუთრებით კი განათლებასთან დაკავშირებით უკეთესი გადაწყვეტილებების მიღებაში. (3)

ოთხმოციან წლებში კ.ჰ. Flechsig-მა შეიტანა სიმულაცია დიდაქტიკური მოდელების ზოგად კატალოგში, რადგან როლური თამაში და ხელოვნური გარემო იქნება სწავლებისა და სწავლის მართებული მეთოდები. თუმცა, მხოლოდ ამ ტიპის სწავლება არ შეიძლება ჩაითვალოს სტანდარტულ მეთოდოლოგიად ჰუმანიტარულ მეცნიერებებში, სადაც მოდელები, როგორცაა დიალოგი ან ფრონტალური სწავლება, უფრო მეტად იყო მიღებული. სიმულაცია ჩვეულებრივ დაკავშირებულია ტექნოლოგიასთან და კომპიუტერებთან; ამავდროულად, საინტერესო შესაძლებლობებს გაუხსნიდა გამოყენებითი ეთიკის, მათ შორის ბიოეთიკის შესწავლისა და სწავლებისთვის.

კლინიკურ შემთხვევებზე სწავლება სამედიცინო განათლებაში ერთ-ერთი პოპულარული მეთოდია, ვინაიდან რეალური შემთხვევების ანალიზს ვახორციელებთ, სადაც პაციენტთა უფლებები და პირადი მონაცემები უნდა იყოს დაცული. (3)

ეროვნული და საერთაშორისო კანონმდებლობა ძალიან მკაფიოა უფლებების დაცვასთან, მაგრამ ბიოეთიკური საკითხები მოითხოვს დებატებს, შესაძლო შედეგების სწორ შეფასებას და დადებითი და უარყოფითი მხარეების ბალანსს. ასე რომ, არსებობს შეზღუდვები ბიოეთიკის სწავლებაზე; რეალური კლინიკური შემთხვევები საზოგადოებისთვის მიუწვდომელია. არსებობს ორი შესაძლო გზა შესაბამის ბიოეთიკურ საკითხებთან მიახლოებისას: ჰიპოთეტური შემთხვევები და სიმულაცია. როლურმა თამაშმა შეიძლება გამოავლინოს პრაქტიკული განხილვის სტრუქტურა და მოთხოვნები ინსტიტუციურ კონტექსტში (3).

❖ რა არის ეთიკური მოსაზრებები სტანდარტული პაციენტების გამოყენებისას?

აუცილებელია სტანდარტული პროცესი სტანდარტული პაციენტების შერჩევის, დაქირავებისა და ანაზღაურებისათვის. მნიშვნელოვანია იმის დადგენა, თუ რატომ სურს სტანდარტულ პაციენტად მუშაობა. იმიტომ რომ მათ უნდათ სისტემის „გამოსწორება“? რაიმე ცუდი გამოცდილება ხომ არ ჰქონდათ? აქვთ თუ არა სტანდარტულ პაციენტებს წარსულში თავისი პირადი ისტორია, რამაც შესაძლოა ისინი შეუსაბამო გახადოს გარკვეული კლინიკური შემთხვევებისთვის? მნიშვნელოვანია განვიხილოთ ასევე ფსიქოლოგიური ზიანის საკითხი და როგორ ავიცილოთ თავიდან ეს?

სიმულაციური სწავლების პრაქტიკაში ხშირად მიმართავენ როლური თამაშის ვიდეოჩაწერას, რათა შემდგომ დეტალურად, ნაწილ-ნაწილ იქნეს განხილული ყველა ქმედება, ფრაზა, პაციენტთან დამოკიდებულება და ემფათია.

ყველაზე მნიშვნელოვანი კითხვაა: რა არის ჩანაწერის მიზანი? როგორ გამოიყენება ჩანაწერები? რამდენ ხანს და რა პარამეტრებში ინახება ჩანაწერები? ვის აქვს წვდომა ჩანაწერებზე?. ჩანაწერები უნდა ინახებოდეს აუცილებლად უსაფრთხო ადგილას. (13)

სტუდენტმა უნდა იცოდეს რომ მიმდინარეობს აუდიო/ვიდეო ჩაწერა და წერილობით თანხმობას უნდა აცხადებდეს ამაზე წინასწარ. მან უნდა იცოდეს, რატომ იწერება და როგორ იქნება გამოყენებული ჩანაწერები. ასევე ჩაწერასა და ჩანაწერის გამოყენებაზე წინასწარ თანხმობა უნდა გააკეთოს სტანდარტულმა პაციენტმა.

შესაძლებელია ჩანაწერები გამოყენებული იქნეს როდესაც სტანდარტული პაციენტების სესიებისათვის, უნდა იყოს წინასწარ შეთანხმებული ჩანაწერის რამოდენიმეჯერ ნახვის შესახებ. ჩანაწერი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ვარჯიშისთვის, მრავალჯერადი გამოყენებისათვის. ასევე მითითებული უნდა იყოს ჩანაწერის განადგურების თარიღი. ზოგიერთი პროგრამა ინახავს ჩანაწერებს გარკვეული ვადით, ან ანადგურებს ჩანაწერს ნახვისთანავე და ამის შესახებაც წინასწარ უნდა ეცნობოს როგორც სტუდენტს, ასევე სტანდარტულ პაციენტს (13)

გადაწყვეტილება ჩანაწერის შენახვის შესახებ უნდა ეფუძნებოდეს ჩანაწერის მიზანს. თუ ჩანაწერი ჩაწერილია რემედიაციისთვის მიზნებისთვის, ამ ჩანაწერის შენახვა შესაძლოა უფრო მეტხანს დასჭირდეს იურიდიული და ეთიკური საკითხების გამო. (13)

❖ რა ხდის სიმულაციას ასე უნიკალურს ?

სწავლა მიმდინარეობს რეალურ კლინიკურ გარემოში ან/და სიმულაციურ ცენტრებში.

ასევე, სიმულაცია ქმნის ხიდს დიდაქტიკას და დაკვირვებით სწავლებას შორის კლინიკურ პრაქტიკაში. ის საშუალებას აძლევს მიზანმიმართულ პრაქტიკას და სწავლის გამოცდილებას იყოს განმეორებითი. ასევე, ის საშუალებას აძლევს მოსწავლეებს განავითარონ ისეთი უნარ-ჩვევები, როგორცაა კომუნიკაციის კომპეტენცია და სხვა არატექნიკური უნარები. (9,11)

ჯანდაცვა კომპლექსური დარგია, ამიტომაც გუნდური მუშაობა არის ძირითადი აქცენტი ჯანდაცვის სფეროში. გუნდური მუშაობა შეიძლება განისაზღვროს, როგორც უნარი გუნდის წევრების ერთად ეფექტური კომუნიკაციისას, სადაც წინასწარ უნდა განისაზღვროს და დაკმაყოფილდეს კლინიკური ამოცანის მოთხოვნები. აღნიშნული სტანდარტული სიტუაცია შთააგონებს ნდობას, რაც გამოიწვევს კოორდინირებულ კოლექტიურ მოქმედებას (4,20,23) და პროფესიონალიზმის ჩამოყალიბებას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ენციკლოპედიური ლექსიკონი-ეთიკის და ბიოეთიკის განმარტებისათვის <http://www.nplg.gov.ge/gwdict/index.php?a=term&d=5&t=5852>
2. CASE METHOD AND SIMULATION IN BIOETHICS. M.T. Lopez de la Vieja, 2014; pp. 4915-4921; 8th International Technology, Education and Development Conference. Dates: 10-12 March, 2014; Location: Valencia, Spain
3. Chen RP. Moral imagination in simulation-based communication skills training. *Nurs Ethics* 2011; 18:102- 11.
4. Healthcare Simulations Code of Ethics. Code of Ethics Working group. Supported by SSH (Society for Simulation in Healthcare), published 2018, 12.02. ssih.org/Code-of-Ethics
5. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee GD, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach* 2005; 27:10-28.
6. Lerner S, Magrane D, Friedman E. Teaching teamwork in medical education. *Mt Sinai J Med* 2009; 76:318- 29.
7. Motola I, Devine LA, Chung HS, Sullivan JE, Issenberg SB. Simulation in healthcare education: a best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82. *Med Teach* 2013;35:1511-30.
8. Pinar G, Peksoy S. Simulation-based learning in healthcare ethics education. *Creative Education* 2016; 7:131-8.
9. Pott, L. (2008). The invisible standardized patient. In R. R. Kyle & W. Murray (Eds.), *Clinical simulation: Operations, engineering and management* (pp. 379-383). New York: Elsevier, Inc
10. Principles of Clinical Ethics and Their Application to Practice. Basil Varkey · *Med Princ Pract* 2021;30(1):17-28. DOI: 10.1159/000509119
11. Simulation: a new approach to teaching ethics. Margaret Buxton, Julia C Phillippi, Michelle R Collins; *J Midwifery Womens Health*. 2015 Jan-Feb;60(1):70-4. doi: 10.1111/jmwh.12185.
12. Smith, A. B, Lammers, S. E. The ethics of simulation. In: *Defining excellence in simulation programs*. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer; 2014. p. 592-596.
13. Tritrakarn P, Berg BW, Kasuya RT, Sakai DH. Medical school hotline: Can we use simulation to teach medical ethics? *Hawaii J Med Public Health* 2014;73:262-4.
14. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-Based Medical Education: An Ethical Imperative. *Acad Med* 2003; 78:783-8.

Bioethical approaches in simulation teaching

Irma Manjavidze M.D., PhD; Pirdara Nozadze M.D., PhD; Dali Chitaishvili M.D., PhD; Lia Otiashvili M.D., PhD

Tbilisi State Medical University

Abstract: The paper discusses the main issues and bioethical approaches that should be taken into account during simulation teaching. It is important to know the basic principles of the special Code of Ethics builds upon the fundamental values and practices expressed by the United Nations Development Program and other professional associations.

During simulation training in medical education, it is important to note that it is one of the additional methods in medical education and "can never replace clinical practice."

In medical education, the goal, the target audience, should be clearly defined in order to answer specific questions using role play. It is also discussed why simulation teaching is based on "ethics and bioethics", on which the effectiveness of teaching depends. The role of the standardised patient and consideration of ethical principles in the relationship with them are also discussed

Key words: ethics, bioethics, simulation, simulation-based medical education, standard patient.



პერსონალური მონაცემები ციფრულ ეპოქაში-ტექნოსოფია და ინფორმაციული სამართალი

ლეონიდ-ლუკა კაზანჯი

დიდი მადლიერება მინდა გამოვხატო ინფორმაციული სამართლის ქართული სკოლის ფუძემდებლისა და ჩემი უძვირფასესი მასწავლებლის ქალბატონ მარიამ ცაცანაშვილის მიმართ

აბსტრაქტი

ტექნოსოფია გახლავთ ახალი ფუნდამენტური ზოგადფილოსოფიური თეორია, რომელიც გულისხმობს ტექნოლოგიების საზოგადოებაზე ზემოქმედების თვისებრიობის ახსნასა და შემეცნებას, ადამიანის ფსიქოემოციური ფსიქოგენური და ისტორიოსოფიური კონდიციების მეტაფიზიკისტურ შეკავშირებას, ინფორმაციული ფილოსოფიის ანალიზის ინოვაციური მეთოდოლოგიური მიმართულებების ჩამოყალიბებასა და განვითარებას. ინფორმაცია გახლავთ მათემატიკისტური და სიტყვიერ-ლოგიკური სტრუქტურული განსაზღვრულობის სახით წარმოდგენილი აზრისმიერი მოცემულობა. ტექნოსოფია უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებს ადამიანური აზროვნებისა და კიბერნეტიკული ინფორმაციული ველების თვისებრივ ურთიერთქმედებას, ინფორმაციული აზრისმიერი ელემენტების გაერთიანებას ფილოსოფიურ-მსოფლმხედველობრივ და იდეურ-საგნობრივ სიბრტყეში. ტექნოსოფია ხელოვნურ ინტელექტს მიიჩნევს მცდარ ტერმინად, ვინაიდან, ინტელექტი ბუნებითი სიბრძნისმიერი მოცემულობაა რომელიც ზემოქმედებს ქმნილზე ობიექტზე შესაბამისად აღნიშნული ტერმინი უნდა ჩავთვალოთ მხოლოდ ბუნებითი აზროვნების სივრცულ გამოხატულებად, რომელიც არ ებმის მიზნობრივი და მიზეზობრივი თვალსაზრისით ობიექტივაციურ უსულო გამთვლით ტექნიკას. ტექნოსოფია უპირატეს მნიშვნელობას ანიჭებს ადამიანური აზროვნების ფუნქციურ-სტრუქტურულ ისტორიულ-გენეტიკურ და ემპირიულ-ანალიტიკურ სისტემებს. ტექნოსოფია წარმოადგენს ახალ ფილოსოფიურ პარადიგმას, რომელიც იბრძვის საკაცობრიო ბუნებითი აზროვნების მმართველ კანონზომიერებათა დასაცავად და საზოგადოებრივი ცნობიერების ფსიქოემოციური კრიზისის გადასარჩენად. ტექნოსოფია მეტად მნიშვნელოვანი მიზნობრივი მოცემულობის მიზეზობრივი არსებითობაა, რომელიც ჩამოყალიბდა ტექნოგენური დიქტატისა და ტექნოცენტრული ტირანიის წინააღმდეგ კონცეპტუალური შეხედულებების ჩამოსაყალიბებლად. ტექნოსოფია ვითარდება დროსა და სივრცეში როგორც სამეცნიერო დისციპლინა აკადემიური მიმართულება და თეორეტიკული მოდელი. თანამედროვე ეპოქაში უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება მეცნიერებას, დოგმატიზმს მსოფლმხედველობრივ

აზროვნებას, ზოგადეთიკურ არსობრიობასა და აზრისმიერ აქტივაციას. ტექნოსოფია სავსებით შესაძლებელია წარმოვიდგინოთ არა მხოლოდ ახალ ფილოსოფიურ პარადიგმად, არამედ აზროვნების ბუნებით საწყისთა აქნესომინურ ფაზაში აღდგენის კონცეპტუალურ სისტემად. ტექნოსოფიის განვითარებისას დიდ ფუნქციურ დატვირთვას იძენს აღმოსავლური და დასავლური კონცეპციების ისტორიოსოფიური მოდელირება, რაც გაამარტივებს აზრობრივ პროგრესს და იდეურ-საგნობრივ აქტივირებას მრავალი მიმართულებით. ტექნოსოფია წარმოადგენს შუგენის, ესენას და კიმენაგირის კონცეპციების ბაზისური ბუნებითობის სინემონიკრანულ გამოხატულებას, რომელიც სრულიად შესაძლებელია კაცობრიობის მხნელ იდეათა სისტემად ვაქციოთ. ტექნოსოფიას აქვს კერძოობითი მიმართულება-ინფორმაციული გრამატიზმი, რომელიც გულისხმობს ინფორმაციის სტრუქტურის შესწავლას, მსოფლმხედველობრივ ანალიზსა და მათემატიცისტურ საგნობრივ მოდელირებას. ინფორმაციული გრამატიზმი პირადად, ჩემი აზრით, უდიდეს მნიშვნელობას იძენს ინფორმაციული ფილოსოფიის შესწავლისა და შემეცნების ურთულეს პროცესში. ინფორმაციული გრამატიზმი უპირველესად უკავშირდება ჩვენს მიერ შემოღებულ ფილოსოფიურ ტერმინს-ასტროიუროსოფია, რომელიც გულისხმობს აზრთაქმნადობის მუდმივებისა და აზრისმიერი კონცეპტუალური იდეების სისტემურ დიფუზიას. ასტროიუროსოფია წარმოადგენს სრულიად ახალ ფილოსოფიურ მოძღვრებას, რომელიც მომავლის იდეების სამჭედლო და აზრისმიერი სისტემური სივრცეა, რომლის ათვისება დიდი შემოქმედებითი პოტენციალის ათვისებით გახლავთ შესაძლებელი. ღრმად მწამს ასტროიუროსოფია მომავლის მსჯელობის საგანი და ახალი ფილოსოფიური იდეების წყაროდ გარდაიქმნება უახლოეს მომავალში.

საკვანძო სიტყვები: ტექნოსოფია ინფორმაციული გრამატიზმი ასტროიუროსოფია.

ინფორმაციული სამართალი გახლავთ იურიდიული მეცნიერების ინოვაციური და სპეციფიკური მიმართულება, რომელიც უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს საკაცობრიო სამართლებრივი აზროვნების განვითარებისა და სრულქმნის ურთულეს პროცესში. ინფორმაციული სამართალი მეტად პრაქტიცირებადი მოძღვრებაა, რომელიც თანამედროვე ტექნოსოფიური აზროვნების ხერხემლად ძალგვიძს მივიჩნით. ტექნოსოფია წარმოადგენს შედარებითი კვლევების მოდელირებასა და ფსიქოსტრატეგიული იდენტობის ურთიერთბალანსირებაზე ფოკუსირებულ სისტემას, რომელიც წარმოშობს ეთიკურ დილემებს. ზემოთხსენებული გამოწვევა უკავშირდება ეფექტური ღონისძიებების გატარებასა და ინოვაციური აზრების დამკვიდრებას საზოგადოებრივ პროცესებზე ზემოქმედების გზით. ტექნოსოფია გახლავთ პერსონალურ მონაცემთა შეგროვებასა და დამუშავებასთან მიმართებით შექმნილი სისტემური სივრცე, რომელიც მოიცავს ტექნოლოგიური პროგრესის თანმდევ პოზიტივისტურ და ნეგატორულ მოვლენათა შემეცნების და აღწერის ახალ მეთოდოლოგიას. ინფორმაციული სამართლის კვლევისას გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება კანონმდებლობის სრულქმნას და ზეეპოქალურ მოთხოვნებთან და კანონზომიერებებთან თავსებადობის ხარისხის ამაღლებას. ზოგადად ტექნოლოგიური განვითარების პროცესი

ქმნის ინფორმაციის დაცვის და ასევე პერსონალურ მონაცემთა ხელყოფის ახალ საშუალებებს, რაც უდიდეს გამოწვევად იქცა თანამედროვე კაცობრიობის შიდა ცნობიერ არეალში. ინფორმაციული სამართალი იწვევს სოციალურ, და ეთიკურ შედეგებს, რაც ბუნებითად უკავშირდება ადამიანის როგორც ინდივიდის და საზოგადოების როგორც კომუნიტარუმის ეთნოგენეტიკურ და ფსიქოსოციალურ ფუნქციურ თვისებრიობას ტექნოსოფია მეტად მძლავრ კავშირს ავლენს ტექნოლოგიური განვითარების ფილოსოფიურ მიზნობრიობასა და პერსონალურ მონაცემთა ფილოგენურ კონვერგენციასთან. ინდივიდის ავტონომიური აზროვნება ეფუძნება ისტორიოსოფიურ, ლოგიკურ და ფსიქოგენეტიკურ ასპექტებს. პერსონალური მონაცემი წარმოადგენს კონკრეტული ინდივიდის შესახებ ჩამოყალიბებულ ელექტრონიულ-ჰოლოგენურ ინფორმაციულ სტრუქტურულ განსაზღვრულობათა ისტორიულ-ფილოსოფიურ მეტაფიზიციისტურ და ლოგიციისტურ აზრობრივ სისტემათა ესტენზიური გაფართოების თვალნათელ ნიმუშს, რაც დასტურდება ლეგომონიური და აგნოსტიკური კვლევების განხორციელების გზით. პერსონალურ მონაცემთა კონფიდენციალურობის პრინციპი გახლავთ ამოსავალი წერტილი ტექნოსოფიური რეგულირების თვალსაზრისით. ჩემს მიერ შექმნილია ინდივიდუალურ-მსოფლმხედველობრივი და საკანონმდებლო ბაზების ტექნიციისტურ-მექანიციისტური მიზეზობრივი ბმის თეორია, რომელიც გულისხმობს ინდივიდისა და სახელმწიფოს მრავალმხრივ განვითარებასა და სრულქმნას. მონაცემთა შეგროვებისა და დამუშავების პროცესი წარმოადგენს ისტორიულ-ფილოსოფიური და სინსომეტაფიზიციისტური აზროვნების მდგრად არსებით ბმას, რომელიც გვევლინება ინფორმაციული ფილოსოფიის უკიდურეს გამოწვევად და ზემოთხსენებული აზრობრივი სისტემის განუყოფელ ნაწილად. ტექნოსოფია ქადაგებს მონაცემთა დაცვასა და კონფიდენციალურობას. მონაცემთა კონფიდენციალურობის უზრუნველყოფა ხშირად განიხილება ადამიანის პირადი ავტონომიის, საზოგადოების ჰოლომენიის ანუ კომუნიტარული სტრუქტურის თვისებრიობის და მსოფლმხედველობრივი თვითგამორკვევის მიზნობრიობის მდგრად კორელირებაში. ავტონომიის იურიდიული დოქტრინა უფლებრივად იცავს ინდივიდს და სახელმწიფოს ბალანსის დარღვევისგან. ჯუდეიტ ჯარვის ტომსონის და ალან ვესტინის თეორიები უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ მსოფლიო ინფორმაციული სამართლის განვითარების ურთულეს პროცესში. ავტონომიის პრინციპი უკავშირდება პერსონალურ მონაცემთა დაცვის მნიშვნელობას. უტილიტარული ფილოსოფია ავტონომიას თვლის საზოგადოებისა და ინდივიდის სიმბიოზური დამოკიდებულების იურონომოგენური განმტკიცების როგორც საკუთარ თავზე ამაღლებისა და ინტელექტუალური სივრცის ფლობის უდიდეს მიზანთან. იმანუელ კანტი ადამიანის პიროვნების უფლებრიობის განვითარებას უდიდეს მოვლენად მიიჩნევს. ჯონ სტიუარტ მილის აზრით, ინდივიდს აქვს საკუთარ პერსონალურ მონაცემთა ფლობის უფლება, რაც წარმოიშვა ნეპკრემონიციისტური ევოლუციის შედეგად. ჯონ ლოკი ინფორმაციას ბუნებით საოცრებად თვლიდა, რომელსაც აქვს ფორმა და არსი. კარლ მარქსი მნიშვნელოვან თეორიას ავითარებდა ინფორმაციული ფილოსოფიის სოციოლოგიური მოდერნიზების შესახებ. ტექნოლოგიური დეტერმინიზმი გახლავთ ჩემს მიერ აღმოჩენილ ფსიქოსტატიკურ დინამიზმზე აგებული სისტემა, რომელიც განსაზღვრავს ტექნოლოგიურ პროგრესთან კანონმდებლობის თავსებადობის დონეს. ე.წ პოსტმოდერნიტული თეორიები

ეყრდნობიან ციფრული ეპოქის გამოწვევებს. 21 ე საუკუნეში ევროკავშირმა შექმნა პერსონალურ მონაცემთა დაცვის რეგულაციური ფილოსოფია, რომელმაც ახალ საფეხურზე აღამარლა ინფორმაციული სამართალი. არსებობს ასევე ამერიკული მოდელი, რომლის თანახმად კალიფორნიაში მცხოვრებს შეუძლია მიიღოს ინფორმაცია პერსონალურ მონაცემთა კონკრეტულად ავტორის მიმართ გამოყენების წესის და ტიპოლოგიის შესახებ. კაცობრიობა გადავა ტექნოლოგიების ხანაში და წარმოიქმნება აუცილებლობა ტექნოსოფიის როგორც ადამიანის გონებრივი ენერჯისა და ხელოვნური ინტელექტის ბალანსირების სასიცოცხლო მნიშვნელობის გაცნობიერების შესახებ. აკადემიური დისციპლინა წარმოადგენს ენტენომიურ¹-თვისებრივი და ატოსტრატული²-აზრობრივი იდეური სისტემების გამაერთიანებელ მეტად საინტერესო რგოლს, რომელიც ავითარებს ადამიანურ მსოფლმხედველობასა და იურიდიულ დოგმატიკას. ინფორმაციული სამართალი თვისებრიობისა და ფუნქციური სტრუქტურული აგებულების ინტელექტუალურ დიფუზიაზე³ ორიენტირებული მეცნიერებაა, რომელიც მიზნად ისახავს კონკრეტული სოციოკულტურული სივრცისა და ეთნოგენური⁴ კავშირის მდგრად არსებით ბმათა ჩამოყალიბებასა და განმტკიცებას. ინფორმაციული სამართლის შემოქმედი გონი დასავლური ცივილიზაციაა, თუმცა აღნიშნული აკადემიური მიმართულების ბაზისი მცირე აზიისა და შორეული აღმოსავლეთის-კერძოდ, იმილუს შუმერულ-აქადური კონცეპციისა და ინდოჩინური ესენას სისტემის მიერ გახლავთ შექმნილი. იმილუს კონცეპტუალური არსობრიობა განიმარტება ამგვარად-ინფორმაცია გახლავთ აზრებისა და ფიქრების ერთიანობა, რომელიც უდიდეს როლს ასრულებს სიტყვათა და ფიქრთა მიზეზობრივი ბმის ჩამოყალიბების ურთულეს პროცესში. იმილუს სისტემა შექმნეს ინდეს ობერანის⁵ ქურუმებმა, რომლებიც გარდაიქმნენ კაცობრიობის მასწავლებლებად და კულტუროგენეტიკური სივრცის განვრცობაზე ფოკუსირებულ სისტემურ სუბიექტივაციურ ელემენტებად. იმილუს კონცეპციის მიზანი გახლდათ საზოგადოების როგორც ეთნოგენეტიკური კავშირის განვითარება და სრულქმნა. შუმერები კულტუროგენეტიკური თვალსაზრისით უდიდეს როლს ასრულებდნენ ახლო აღმოსავლეთის და სრულიად მსოფლიოს ინფორმაციული ფილოსოფიის განვითარების მეტად კომპლექსურ პროცესში. შუმერები იმილინასუს⁶ აზრობრივ რკალს განადიდებდნენ, რომელიც ადამიანთა ფიქრებს ღვთიურ ბუნებით აზრებთან აკავშირებდა და ამთლიანებდა. შუმერული ინფორმაციული ფილოსოფია არსობრივად სისტემური მოძღვრება გახლდათ, რომელმაც გადამწყვეტი ფუნქცია შეითავსა მსოფლიო ცივილიზაციის ინფორმაციული სისტემების განვითარებისა და მრავალმხრივ

¹ ზეეთიკურ.

² არსისმიერ.

³ ურთიერთქმედება.

⁴ ეთნოგენეტიკური.

⁵ შუმერული ელიტა.

⁶ შუმერული მითიური რკალი-სიბრძნის სიმბოლო.

სრულქმნის ურთულეს და ზეეპოქალურ პროცესში. შუმერული ინფორმაციული კულტურა დროსა და სივრცეზე მაღლა დგას საკაცობრიო არენაზე. ინდოჩინური ესენას კონცეპცია გახლდათ შორეული აღმოსავლეთის ცივილიზაციების უპირველესი შემოქმედი გონის აიანას ტომის ქურუმთა მიერ შექმნილი სისტემური სივრცე, რომელიც ერთგვარ კონცეპტუალურ მეტაფორადაც მოევლინა საკაცობრიო კულტურას. ესენას ფილოსოფიური კონცეპცია აღიწერება შემდეგი სახით-ინფორმაციული აზრობრივი ნაკადი აერთიანებს იდეას, საგანს, ფიქრს, რომელთა ერთიან სისტემად გარდაქმნის მამოძრავებელი ძალა გახლავთ სულიერი ენერგია და მედიტაციურ-მჭვრეტელობითი პრაქტიკა. ესენას ფილოსოფია გახლავთ ასტროსოფიურ-აქსიომატური⁷ აზროვნების საუკეთესო აღმოსავლური ნიმუში, რომელიც განსაზღვრავს შორეული აღმოსავლეთის ხალხთა კულტუროსოფიური⁸ განვითარების ხარისხობრივ მაჩვენებელთა იერარქიას. ესენას თეორეტიკულ-კონცეპტუალური სისტემა ეფუძნება ასტროგენეტიკური იდეურ-საგნობრივი აქტივაციისა და ინფორმაციული გეოკონომიური⁹ მოძრაობის კანონზომიერებათა აღწერის სტრატეგიულ ხელოვნებას. ინფორმაციული კულტუროსოფია წარმოადგენს შორეული აღმოსავლეთის ხალხთა კულტუროგენური¹⁰ აზროვნებისა და გეოსტრატეგიული აზრობრივი მოძრაობის ზეფილოსოფიურ გამოხატულებას. ზემოთხსენებული თეორეტიკული მოძღვრება სავსებით შესაძლებელია ინდოჩინური სამყაროს კულტურონომიური¹¹ აზრობრივი ტრადიციების ერთ-ერთ უმთავრეს მიღწევათა კრებულს მივაკუთვნოთ. ესენას ინდოჩინური კონცეპცია გახლავთ ასტროსტრატეგიული გენეტიკური მოძღვრების აიანური მემკვიდრეობა, რომელიც განისაზღვრება კულტუროტროპული და ზეაზრობრივი ფორმოგენური¹² აქტივაციის განსრულების გზით. ინდოჩინური ინფორმაციული ფილოსოფია სრულიად შესაძლებელია სამართლებრივი ფილოსოფიის განვითარებაზე ფოკუსირებულ უაღრესად მნიშვნელოვან და მეტად საინტერესო სისტემურ სივრცედ მივიჩნიოთ. აიანური ინფორმაციული ფილოსოფია წარმოადგენს ასტროგენური¹³ აზროვნების უძველეს ნიმუშს, რომელიც შორეული აღმოსავლეთის ხალხთა კულტუროსოფიური აზროვნების კანონთა თანაბარზომიერი აღსრულების პროცესის საფუძველია. აღმოსავლური ინფორმაციული ფილოსოფია სავსებით შესაძლებელია ასტრო-ფილოსოფიური და ზელოგიკური აზროვნების გამორჩეულ მაგალითად ჩავთვალოთ. ესენას კონცეპცია უდიდეს როლს ანიჭებს სულიერი ენერგიისა და ინტელექტუალურ-მედიტაციური მჭვრეტელობითი პრაქტიკის ტავსებადობას, როგორც თანმიმდევრულ ჯაჭვს მოვლენებისა და აზრობრივი ციკლისა. ესენას აიანური ფილოსოფია

⁷ ზეაზრობრივი.

⁸ ზეკულტურული.

⁹ აზრისმიერი.

¹⁰ კულტუროგენეტიკური.

¹¹ ზეკულტურული.

¹² ზეფორმული.

¹³ ასტროგენეტიკური.

წარმოადგენს ნაციონალური ტრადიციებისა და განვრცობადი ფილოგენური¹⁴ აზროვნების მდგრადი მიზნობრივი ბმის განსაკუთრებულ ნიმუშს, რაც დასტურდება ისტორიულ-გენეტიკური, ემპირიულ-ანალიტიკური და ლოგიკური კვლევებით. აღმოსავლური ინფორმაციული ფილოსოფია წარმოადგენს იდეურ-საგნობრივი მსჯელობის პრინციპზე აგებულ სისტემას, რომელიც არ კარგავს აქტუალობას თვით თანამედროვე ეპოქაშიც. დასავლური ინფორმაციული ფილოსოფიის ჩამოყალიბებისა და განვითარების პროცესში განუზომელი წვლილი აქვთ შეტანილი ბრიტანელებსა და გერმანელებს, კერძოდ, განვიხილოთ ბრიტანული ინფორმაციული ფილოსოფია, რომელიც ეფუძნება ლოგიკურ აზროვნებასა და სოციალურ-ეკონომიკურ აქტივაციას. ბრიტანელი ფილოსოფოსები და ეკონომისტები-აქსენის¹⁵ სისტემას ქმნიან, რომელიც უმნიშვნელოვანეს ბაზისურ კვლევით მეთოდოლოგიას აყალიბებს იუმისეული¹⁶ მორტონისეული¹⁷ და ბეკონისეული¹⁸ სოციოგენური¹⁹ ფილოსოფიის შესწავლის მიმართულებით. ბრიტანელების ინფორმაციული მოდელი განიმარტება ამგვარად-ინფორმაცია წარმოადგენს სოციოსტრატულ-აქსიომატურად²⁰ და ისტორიოსოფიურად²¹ მნიშვნელოვან აზრობრივ სტრუქტურას, რომელიც მიზნობრივად უკავშირდება სამყაროს აღქმასა და თვითრეგულირებადი აზროვნების ჩამოყალიბების იბერიოსოფიურ²² იდეოლოგიურ მოძღვრებას. ბრიტანული ინფორმაციული ფილოსოფია მოიცავს ლოგიკას, მეტაფიზიკას, პოლიტიკასა და ეკონომიკას. ბრიტანელები უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებენ ინფორმაციის დროსა და სივრცეში თვითგანსაზღვრების უნარს, რაც გამოიხატება ზელოგიკურ აზრობრივ აქტივაციასა და იდეურ აუტოპიექტივში²³. ბრიტანული ინფორმაციული ფილოსოფია გახლავთ უდიდესი მნიშვნელობის მქონე აზრობრივი სისტემა, რომელმაც მეტად საინტერესო როლი შეასრულა საკაცობრიო ინფორმაციული ფილოსოფიის ჩამოყალიბებისა და განვითარების ურთულეს პროცესში. ბრიტანული ინფორმაციული ფილოსოფია წარმოადგენს ბაზისურ კვლევით

¹⁴ ზეარსობრივი.

¹⁵ კალედონიური.

¹⁶ დიდი ბრიტანელი მოაზროვნე.

¹⁷ გამოჩენილი ბრიტანელი ისტორიკოსი.

¹⁸ ფრენსის ბეკონი უდიდესი ბრიტანელი მოაზროვნე.

¹⁹ ზესოციალური.

²⁰ ზესულიერ-არსისმიერი.

²¹ ისტორიულ-ფილოსოფიური.

²² იბერიულ-სიბრძნისმიერი.

²³ თვითრეგულირებადი.

პლაცდარმს, რომელიც იძენს ისტორიოსოფიურ²⁴ და მეტაფიზიკისტურ²⁵ დატვირთვას. ინფორმაციული ფილოსოფიის ანგლო-საქსური სკოლის იდეურ ტრადიციათა კონიუნქციური²⁶ მთლიანობა გახლავთ ევროამერიკული ინფორმაციული ფილოსოფიის ერთ-ერთი უმთავრესი საფუძველი. ბრიტანული ინფორმაციული აზროვნება სავსებით შესაძლებელია ევროპეიდული ფილოსოფიის ერთ-ერთ სპეციფიკურ მიმართულებად წარმოვიდგინოთ. ბრიტანელთა მსოფლმხედველობა ეფუძნება აზრობრივ აქტივაციას, როგორც იდეურ-საგნობრივ მუდმივას, რაც დასტურდება ისტორიულ-გენეტიკური და ფილოსოფიურ-აქსიომატური კვლევებით. ბრიტანული ინფორმაციული ფილოსოფია გარკვეულწილად უკავშირდება გერმანულ კლასიკურ ფილოსოფიურ სისტემას, რომელმაც განუზომელი და შეუფასებელი წვლილი შეიტანა ევროპული ინფორმაციული ფილოსოფიის ჩამოყალიბებისა და მრავალმხრივ განვითარების მეტად რთულ და მართლაც ზეპოქალურ პროცესში. გერმანელებმა შექმნეს იდეურ-თვისებრივი კონცეპტუალური სივრცე, რომელმაც მოიცვა ევროპული კლასიკური ფილოსოფიური აზროვნება და შეიძინა საკაცობრიო მასშტაბი. გერმანული ინფორმაციული ფილოსოფიის დოქტრინა განიმარტება ამგვარად-იდეონომიური²⁷ აზროვნებისა და ასტროსტრატიული²⁸ აქტივაციის მიზნობრივი ბმა განსხეულებული მეტაფიზიკისტურ²⁹ აზროვნებასა და ლოგიკისტურ³⁰ სვლაში. გერმანული ინფორმაციული ფილოსოფია ეფუძნება იმანუელ კანტისა³¹ და გეორგ ვილჰელმ ფრიდრიხ ჰეგელის³² იდეებს-კანტი ინფორმაციის თვლიდა აზრის და ფიქრის მთლიანობად-იდეურ საგნად-ე.წ ნოუმენად³³, რომელიც უდიდეს როლს ასრულებდა ადამიანის როგორც ინდივიდუალის³⁴ აზრობრივი განვითარების მიმართულებით. ჰეგელი ინფორმაციას მიიჩნევდა გონის ფენომენოლოგიურ გამოვლინებად, რომელიც განსაზღვრავდა საკაცობრიო აზროვნების თვისებრიობისა და თეორეტიკული მიზნობრიობის ურთიერთქმედების ხარისხს. გერმანული ინფორმაციული ფილოსოფია სავსებით შესაძლებელია საკაცობრიო

²⁴ ისტორიულ-ფილოსოფიური.

²⁵ ზემეტაფიზიკური.

²⁶ ზეარსისმიერი.

²⁷ იდეური.

²⁸ ზეარსისმიერი.

²⁹ ზემეტაფიზიკურ.

³⁰ ზელოგიკური.

³¹ გერმანული კლასიკური ფილოსოფიის ფუძემდებელი.

³² უდიდესი გერმანელი ფილოსოფოსი.

³³ აზრობრივი ნივთი.

³⁴ ინდივიდი.

კულტუროგენური³⁵ აზროვნების სპეციფიკურ მიმართულებად ჩავთვალოთ, რადგან, ზემოთხსენებული სამეცნიერო სისტემა აერთიანებს გერმანული სამყაროს უძველეს ტრადიციებსა და დროისმიერ გენიტაციას გემანელი მოაზროვნეები- ლუმანი, ფოერსტერი ჰაბერმასი მაინცერი ინფორმაციული ფილოსოფიის გერმანული სკოლის ფუძემდებლებად ძალგვიძს მივიჩნიოთ. ინფორმაციული სამართლოს შემუშავებასი უდიდესი წვლილი აქვთ შეტანილი სვედებს, გერმანელებს და ფრანგებს. სეიფ ჰარბორის და პრივატი შელდის შეთანხმებებით დაიწყო ტრანსატლანტიკური ინფორმაციული ფილოსოფიის განმტკიცების პროცესი, რაც დიდ მასშტაბს იძენს თანამედროვე ეპოქაშიც.³⁶ გერმანული ინფორმაციული ფილოსოფია სრულიად შესაძლებელია ავსტრო-გეკონის³⁷ ფილოსოფიის საწყისად მივიჩნიოთ. გერმანელებმა უდიდესი ფუნქცია შეასრულეს ინფორმაციული ფილოსოფიის ევროპეიდული მოდელის ჩამოყალიბებისა და განმტკიცების ზეპოქალურ პროცესში, რაც დასტურდება უპირველესად ისტორიოსოფიური³⁸ კვლევებით. გერმანული ინფორმაციული ფილოსოფია გახლავთ იდეურ-საგნობრივი ფუნდამენტი, რომელსაც დაეყრდნო ევროპეიდული აზროვნება და ფილოსოფიური განსჯის მეთოდიკა. გერმანული ინფორმაციული ფილოსოფია სავსებით შესაძლებელია ისტორიული პერიოდებისა და გეოკულტურული სივრცის გადაკვეთის ყველაზე თვალნათელ ნიმუშად მივიჩნიოთ ლოგიკური და ფსიქოლოგიური თვალსაზრისით. ინფორმაციული ფილოსოფიის გერმანული დოქტრინა თანამედროვე ევროამერიკული ცივილიზაციის უმნიშვნელოვანეს მდგენელად ძალგვიძს მივიჩნიოთ. ინფორმაციული ფილოსოფია გახლავთ სამართლებრივ-ფილოსოფიური აზროვნების ელემენტი, რომელიც განსაზღვრავს ფორმასაც და მიზანსაც. ინფორმაციული სამართალი გახლავთ მეტად ინოვაციური მეცნიერება, რომელიც პირდაპირ უკავშირდება ადამიანთა უფლებების დაცვას, კერძოდ, პერსონალურ მონაცემთ ტექნოსოფიის-ინფორმაცია წარმოადგენს მონაცემთა ბაზას, რომელიც საჭიროებს დაცვას და რეგულირებას საკანონმდებლო დონეზე. როგორ განიმარტება ტექნოსოფია-ადამიანისა და საზოგადოების მონაცემთა ინფორმაციული სისტემის სამართლებრივ-ფილოსოფიური და ზემეტაფიზიკური³⁹ გაერთიანება, რომელიც მიზნად ისახავს ადამიანის ან ადამიანთა ჯგუფის მონაცემთა დაცვას არამართლზომიერი გამოყენებისგან. ტექნოსოფიური აზროვნება სავსებით შესაძლებელია ინფორმაციული სამართლის საწყისად და განვითარების საგნობრივ მწვერვალადაც მივიჩნიოთ. ტექნოსოფია გახლავთ ადამიანის უფლებების ფილოსოფიის განვითარების ახალი ფორმა და თანამედროვე იურიდიულ-დოგმატური სისტემების აგების რევოლუციური საფუძველი. ტექნოსოფია წარმოადგენს ასტრო-იუროსოფიის⁴⁰

³⁵ კულტუროგენეტიკური.

³⁶ დროის გაცოცხლება.

³⁷ მითოსოფია.

³⁸ ისტორიულ-ფილოსოფიური.

³⁹ ზემეტაფიზიკური.

⁴⁰ ფილოსოფია.

კონკრეტიზების შედეგს, კერძოდ, ზემოთხსენებული მოძღვრება ქადაგებს ადამიანის სამყაროს ცენტრად განხილვის ანთროპოცენტრულ⁴¹ ფილოსოფიას, რაც განპირობებულია ისტორიულ-ფილოსოფიური და სინსოგენომური⁴² ფუნქციური თვისებრიობით. ტექნოსოფია ეფუძნება ისტორიის სამართლის გონის ფილოსოფიას-პერსონალური მონაცემების დაცვა საუკეთესო გზაა მოქალაქეებისა და საზოგადოდ კაცობრიობის მენტალურ-კოგნევირული⁴³ რღვევისგან მართლზომიერი დაცვის უზრუნველსაყოფად. ტექნოსოფია პირდაპირ უკავშირდება ასტროსოფიურ აზროვნებასა და იურიდიულ ნომოგენიზმს⁴⁴, რაც მტკიცდება ისტორიოსოფიური⁴⁵ და ექსტრალოგიცისტური⁴⁶ კვლევების განხორციელების გზით. ტექნოსოფია სრულიად შესაძლებელია სამართლებრივი ფილოსოფიის ახალ აკადემიურ მიმართულებად გარდაიქმნას, რაც გაამარტივებს ინფორმაციული სამართლის ზოგადფილოსოფიური საფუძვლების შემეცნების კომპლექსურ პროცესს. ტექნოსოფიური აზროვნება წარმოადგენს განზოგადებულ სისტემურ ცნებას, რომლის კონკრეტიზების ამოცანის ამოსახსნელად სასიცოცხლო მნიშვნელობა ენიჭება ლოგიკის, ისტორიის და იურიდიული ფილოსოფიის მიღწევათა შემეცნებას. ინფორმაციული სამართალი როგორც ფილოსოფიური სტრუქტურული განსაზღვრულობა ტექნოსოფიური აზროვნების განვითარების გზით პროგრესის სრულიად ახალ საფეხურზე ამაღლებას შეძლებს ისტორიოგენური⁴⁷ უკუსვლის გარეშე. ტექნოსოფია აერთიანებს ზოგადფილოსოფიურ თეორეტიციზმსა და იურიდიულ აზროვნებას. ტექნოსოფიის კონკრეტიზების წყალობით ჩვენ ვიღებთ სრულიად ახალ სისტემურ თეორიას-ინფორმაციული გრამატიზმი, რომელიც განიმარტება ამგვარად-პერსონალური მონაცემების კონკრეტული ინდივიდის ან კოლექტიური ასტრემის-გაერთიანების ინტერესთა დასაცავად მათემატიცისტურ მთლიანობად გარდაქმნა, რომელშიც თანაბარი მნიშვნელობა მიენიჭება მთელსა და მდგენელს. ინფორმაციული გრამატიზმის თეორია სავსებით შესაძლებელია წარმოვიდგინოთ კონცეპტუალურ რევოლუციად, რომელიც შეცვლის ისტორიოსოფიურ⁴⁸ რეალობას და სათავეს დაუდებს ინფორმაციის როგორც სიტყვიერ-ლოგიკური ან იდეურ-საგნობრივი ასტროცენტრიზმის⁴⁹ ფორმის არსობრივ სრულქმნას. ინფორმაციული გრამატიზმი ეფუძნება სამ ბაზისს-1-თვისებრივ-აქსიომატური იდეების კონკრეტიზება.2-ფუნქციისა და შედეგის

⁴¹ ცენტრად განხილავს ადამიანს.

⁴² ასტროგენური.

⁴³ ზეაზრობრივი.

⁴⁴ ფარულაზრობრიობა.

⁴⁵ ისტორიულ-ფილოსოფიური.

⁴⁶ ზელოგიკური.

⁴⁷ ისტორიულ-გენეტიკური.

⁴⁸ ისტორიულ-ფილოსოფიურ.

⁴⁹ ასტრო-ფილოსოფია.

დაკავშირება ფილოსოფიურ დონეზე.3-ისტორიულ-მეტაფიზიკისტური⁵⁰ აზროვნებისა და კონცეპტუალიზმის მიზეზობრივი ბმა. გრამატიკტური ინფორმაციონი სავსებით შესაძლებელია ეტიკური მოსაზრებების, ინდივიდუალისტური მსოფლმხედველობის და მრიცხველთა მათემატოგენური აზრობრივი სისტემატიკის გაერთიანების პროდუქტად ჩავთვალოთ.ინფორმაციონიონი მათემატოგენიონი სავსებით შესაძლებელია მონაცემთა დაშიფვრისა და განვითარების მათემატიკისტურ მოდელად გარდაქმნათ, რაც ხელს შეუწყობს ინფორმაციული სამართლის სრულქმნას.ინფორმაციული გრამატიონი გახლავთ ფუნქციური თვისებრიობის დოქტრინალური გამოხატულება, რომელიც სავსებით შესაძლებელია ინფორმაციული სამართლის კონცეპტუალიზმის მეთოდოლოგიურ შედეგად ჩავთვალოთ. ინფორმაციული გრამატიონი უკავშირდება იურისპრუდენციას, როგორც სამართლის შეფარდების ლინგვისტიკას.კერძოდ, იურიდიული ლოგიციონი⁵¹ წარმოადგენს სამართლებრივი ლინგვისტიკის მოკავშირე აკადემიურ მიმართულებას, რომელიც ავითარებს სამართლებრვ აზროვნებას და ასრულყოფილებს იურიდიულ აზრს. ინფორმაციული გრამატიონის თეორია უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებს ისტორიოგენურ⁵² და სოციოგენურ⁵³ აზრთა მძლავრ ურთიერთკავშირს, რაც განპირობებულია იუროსტრატული სიღრმის წვდომის სასიცოცხლო აუცილებლობითა და სოციოკულტურული მიზეზობრიობით. ინფორმაციული გრამატიონი სავსებით შესაძლებელია ინფორმაციული სამართლის აგენომიურ⁵⁴ მიღწევად მივიჩნიოთ. ზემოაღნიშნული თეორეტიკული სისტემა წარმოადგენს ისტორიულ-გენეტიკური,სოციოლოგიური და მეტაფიზიკური კვლევების ნაყოფს. ინფორმაციული გრამატიონის თეორია პერსონალურ მონაცემთა დაცვის მიმართულებით მნიშვნელოვან როლს შეასრულებს. ზემოაღნიშნული თეორია სრულიად შესაძლებელია ინფორმაციული ფილოსოფიის აღმოსავლური და დასავლური მოდელების საუკეთესო თვისებრივ მახასიათებელთა გაერთიანების თანამედროვე მოდელად ჩავთვალოთ. ინფორმაციული გრამატიონის თეორია მძლავრ კავშირს ავლენს ევროპულ კლასიკურ ფილოსოფიასა და აღმოსავლურ სულიერ ტრადიციებთან. პირადად, ჩემი აზრით, ინფორმაციული გრამატიონი უმნიშვნელოვანესი თეორეტიკული მიგნებაა, რომლის პრაქტიკული ათვისება მსოფლიო ინფორმაციულ სამართალს მიანიჭებს ძალას პროგრესულ ცვლილებათა განხორციელების უზრუნველყოფისა და განმტკიცებისა. ინფორმაციული გრამატიონის თეორეტიკული სისტემა უმნიშვნელოვანეს ბაზისად გარდაიქმნება ინფორმაციული ფილოსოფიის კვლევისა და შემეცნების თვალსაზრისით. ინფორმაციული სამართალი საკაცობრიო სამართლებრივი აზროვნების გენიალური მიგნებაა,რომელიც უსწრებს დროს და ქმნის განვითარების ახალ შესაძლებლობათა უნიკალურ კონცეპტუალურ

⁵⁰ ზემეტაფიზიკური.

⁵¹ ლოგიკური ზენიტი.

⁵² ისტორიულ-გენეტიკურ.

⁵³ სოციალურ-გენეტიკურ.

⁵⁴ ზეაზრობრივ.

მატრიცას. ინფორმაციული სამართალი წარმოადგენს ისტორიოკრემონისტული⁵⁵ და სოციო სტრატეული⁵⁶ აზროვნების მიზნობრიობის მიზეზობრივ მდგრად არსებით ბმას, რომელიც ასრულებს ტექნოსოფიურ და მეტაფიზიკისტურ⁵⁷ აზრთაქმნადობის კანონებს. გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას-ინფორმაციული გრამატიზმი ეფუძნება ფილოსოფიურ, ლოგიკურ, მათემატიკურ და მეტაფიზიკურ კვლევებს. ინფორმაციული ფილოსოფია წარმოადგენს აზრობრივ მოძღვრებას, რომელმაც შექმნა მეცნიერება-ინფორმაციული სამართალი-ინფორმაციული სამართალი კი ტექნოსოფიამ აღამაღლა ახალ საფეხურზე, ხოლო ტექნოსოფიამ წარმოშვა ინფორმაციული გრამატიზმი როგორ თვითრეგულირებადი კონკრეტიზებადი სისტემა. უშუალოდ, ჩემი ხედვით, ინფორმაციულ სამართალს ახასიათებს ციკლური ბუნებითობა-იდეურ-საგნობრივი აქტივაციის ხარისხის ცვლა ინტელექტუალური კანონზომიერებების ეპოქალურ მოთხოვნებთან თავსებადობის მიხედვით. ინფორმაციული სამართალი სავსებით შესაძლებელია იურიდიული აზროვნების ენგმატურ არსისმიერ გამოვლინებად მივიჩნიოთ. ინფორმაციული გრამატიზმი მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის მათემატიკისტური⁵⁸ ფორმულაა, რომელიც სამომავლოდ უმნიშვნელოვანეს როლს შეასრულებს ინფორმაციული სამართლისა და ზოგადად, სამართლებრივი ფილოსოფიის განვითარების ურთულეს პროცესში. თავისუფლად შეიძლება ითქვას-ინფორმაციული სამართალი მომავლის მეცნიერებაა, რომელსაც აქვს განვითარების ამოუწურავი პოტენციალი და ქმედითი აზრობრივი კონსტანტა-⁵⁹საკაცობრიო ლოგენის⁶⁰ შექმნის დოქტრინალური საფუძველი. გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას-ინფორმაციული გრამატიზმის თეორია გააერთიანებს ფსიქოგენეტიკას, ფილოსოფიურ ლინგვისტიკას, ლოგიკას, სოციოლოგიას, მეტაფიზიკასა და გონისმიერ ფილოსოფიას. ინფორმაციული სამართალი კაცობრიობის სამართლებრივი აზროვნების უმტკიცესი ფორმულაა, რომელიც დროსა და სივრცეზე მაღლა დგას. ინფორმაციული გრამატიზმის თეორიით საკაცობრიო ფილოსოფია ამაღლდება ეპოქაზე და შექმნის იდეურ-საგნობრივ მატრიცას მსოფლიო ერთა განვითარებისა და სრულქმნის იდეალისტური მიზნობრიობისა და მეტაფიზიკური ამოცანის ამოხსნის მეთოდის გაერთიანების გამოწვევის დაძლევის გზით

⁵⁵ ზესულიერი.

⁵⁶ სოციოგენური.

⁵⁷ ზემეტაფიზიკურ.

⁵⁸ ზემათემატიკური.

⁵⁹ მუდმივა.

⁶⁰ ზელოგიციზმის.

გამოყენებული ლიტერატურა:

მარიამ ცაცანაშვილი - „ინფორმაციული სამართალი“

ჰეგელი - „სამართლის ფილოსოფია“

კანტი - „წმინდა გონების კრიტიკა“

ფლორინი ინფორმაციის ფილოსოფიის მოკლე მიმოხილვა

ნაიჯელ უორბერტონი - „ფილოსოფია მოკლე შესავალი“

Personal Data in the Digital Age - Technosophy and Information Law

Abstract

Technosophy is a new fundamental general philosophical theory, which implies the explanation and cognition of the qualitative impact of technologies on society, the metaphysical connection of human psycho-emotional, psychogenic and historiosophical conditions, the formation and development of innovative methodological directions of the analysis of information philosophy. Information is a thought-based given presented in the form of mathematical and verbal-logical structural determination. Technosophy attaches great importance to the qualitative interaction of human thinking and cybernetic information fields, the unification of information-based thought elements in the philosophical-worldview and ideological-subjective plane. Technosophy considers artificial intelligence to be a misnomer, since intelligence is a natural wisdom that affects a created object. Accordingly, the term should be considered only as a spatial expression of natural thinking, which does not correspond to objective and causal objectivative inanimate computing techniques. Technosophy gives priority to the functional-structural historical-genetic and empirical-analytical systems of human thinking. Technosophy is a new philosophical paradigm that strives to protect the governing laws of human natural thinking and to save the psycho-emotional crisis of public consciousness. Technosophy is the causal essentiality of a very important objective given, which was formed to form conceptual views against the technogenic dictate and technocentric tyranny. Technosophy develops in time and space as a scientific discipline, academic direction and theoretical model. In the modern era, great importance is attached to science, dogmatism, worldview thinking, general ethical reality and thought activation. Technosophy can be imagined not only as a new philosophical paradigm, but also as a conceptual system for restoring the origins of thinking in the aknesominal phase. In the development of technosophy, the historiosophical modeling of Eastern and Western concepts acquires a great functional load, which will simplify the intellectual progress and ideological-subjective activation in many directions. Technosophy is a synechoic expression of the basic naturalness of the concepts of Shugen, Esena and Kimenagir, which can be completely transformed into a system of ideas of humanity. Technosophy has a special direction - informational grammar, which involves the study of the structure of information, worldview analysis and

mathematical subject modeling. Informational grammar, in my personal opinion, acquires great importance in the most difficult process of studying and understanding informational philosophy. Informational grammar is primarily related to the philosophical term we introduced - astro-eurosophy, which implies the systematic diffusion of the constants of thought-formation and thought-based conceptual ideas. Astro-eurosophy is a completely new philosophical doctrine, which is a forge of ideas of the future and a thought-based systemic space, the mastery of which is possible by utilizing a great creative potential. I deeply believe that astro-eurosophy will become a subject of discussion of the future and a source of new philosophical ideas in the near future.

Keywords: Teqnosophy informational gramatizmm. Astroyoyrosophy



კომპიუტერული მოდელირებით რადიო სიხშირის EM გამოსხივების ეფექტების კვლევა ადამიანზე

თამარ ნოზაძე¹, ლელა წითაშვილი², ივლიანე ნოზაძე³

¹ ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (თსუ);

<https://orcid.org/0000-0001-7861-1264>

² სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

³ ივანე ბერიტაშვილის ექსპერიმენტული ბიომედიცინის ცენტრი

tamar.nozadze@tsu.ge, lelatsitashvili@sjuni.edu.ge, nozadzelia@yahoo.com

აბსტრაქტი

წარმოდგენილი კვლევის მიზანია გამოიკვლიოს ადამიანზე Wi-Fi სიხშირის EM (ელექტრომაგნიტური) ველის ზემოქმედების არაბიოლოგიური (თერმული) ზემოქმედება. ერთადერთი მისაღები და საიმედო გზა EM- ველების ზემოქმედების შესასწავლად ბიოლოგიურ სხეულებზე, როგორცაა ადამიანი, არის კომპიუტერული მოდელირება რიცხვითი რეალისტური მოდელების (ან ფანტომების) გამოყენებით.

კვლევის მეთოდი არის დროით არეში სასრული სხვაობების მეთოდი (FDTD). FDTD LAB-პროგრამის გამოყენებით ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების საფუძველზე, განისაზღვრა SAR-ის გასაშუალოებული მნიშვნელობები ადამიანის (ქალის მთლიან სხეულში) მოდელში და შედეგად შეფასდა მიღებული ტემპერატურის მატების მნიშვნელობა (ΔT) გამოწვეული EM ველის ენერჯის შთანთქმით. ასევე, გამოკვლეული იქნა შედეგების შესაბამისობა უსაფრთხოების ლიმიტებთან; შესაძლო რისკები შეფასდა აბსორბირებული ენერჯის რაოდენობისა და ΔT -ის შესაბამისი მნიშვნელობის მიხედვით.

საკვანძო სიტყვები: ადამიანის მოდელი, FDTD, SAR, EM ველები;

შესავალი

თანამედროვე ცხოვრებაში გამოყენებული ელექტრონული მოწყობილობები, რომელთა მუშაობას თან ახლავს ელექტრომაგნიტური (EM) გამოსხივება, იწვევს მზარდი ტემპით. მობილური ტელეფონის მომხმარებელთა რაოდენობის მატებასთან ერთად იზრდება საბაზო სადგურების რაოდენობა, რაც თავის მხრივ ზრდის EM ველის ფონს (სიხშირის დიაპაზონი - 100 კჰც-დან 6 გჰც-მდე). ჩვენს ირგვლივ ამ EM ველების ფონი დღითიდღე იზრდება, რაც იწვევს თავად ამ მოწყობილობების გამართულ ფუნქციონირების მნიშვნელოვან შეფერხებებს.

ძლიერი EM ფონი არასასურველია ელექტრონული სისტემების სრულყოფილი ფუნქციონირებისთვის და მისი გავლენა გარკვეულწილად საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობასაც. მაღალი მნიშვნელობის EM ველებმა შეიძლება გავლენა მოახდინოს იმპლანტირებული სამედიცინო მოწყობილობების გამართულ ფუნქციონირებაზე და გამოიწვიოს პაციენტის სიკვდილი [1]-[2]. მეორე მხრივ, მობილური ტელეფონების მუშაობისთვის უზრუნველყოფილი უნდა იყოს კავშირის მაღალი ხარისხი. სუსტი კავშირის შემთხვევაში მოწყობილობები ავტომატურად ზრდიან გადაცემის სიმძლავრეს, რაც არასასურველ გავლენას ახდენს როგორც ბიოლოგიურ ობიექტებზე, ასევე ახლომდებარე ელექტრონულ მოწყობილობებზე [3]-[5]. ამას ემატება მრავალი სხვა EM გამოსხივება და ცხადია, ეს ყველაფერი კონტროლს მოითხოვს, რადგან უახლოეს მომავალში EM ფონის ზრდის ასეთმა ტემპმა შეიძლება გამოიწვიოს უკონტროლო პროცესები.

საბაზო სადგურების მიერ გარემოში გამოსხივებული EM-ველები, Wi-Fi სისტემები მუდმივ გავლენას ახდენენ ადამიანებზე და სამყაროს ყველა ცოცხალ სისტემაზე, რადგან ისინი მუდმივად ასხივებენ (ჩართულ რეჟიმში) დღე და ღამე. უნდა აღინიშნოს, რომ უსაფრთხოების წესების მიხედვით, გათვალისწინებულია არაუმეტეს 30 წუთის ხანგრძლივობით ყოფნა EM ექსპოზიციის ზონაში, რომელიც აღემატება დასაშვებ ნორმას [6]. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ნათელია რომ, იზრდება შემფოთება EM გრძელვადიანი ექსპოზიციის კუმულაციური ეფექტების შესახებ.

Wi-Fi სიხშირეები 2.4 გჰც და 5.0 გჰც სიხშირის დიაპაზონშია. რადიოსიხშირული EM გამოსხივებას არ გააჩნია საკმარისი ენერგია ქიმიური ბმების დასაშლელად, მაგრამ მისი გავლენა ბიოლოგიურ სისტემებზე მნიშვნელოვანია [7]. რადიოსიხშირული ტალღები განსხვავდება უფრო ძლიერი (მაიონებელი) გამოსხივებისგან, როგორცაა რენტგენი, გამა სხივები და ულტრაიისფერი (UV) სხივები; მაიონებელი გამოსხივებამ შეიძლება დაარღვიოს დნმ-ის ქიმიური ბმები, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს კიბო ან ჯანმრთელობის სერიოზული პრობლემები [8].

EM ველის ზემოქმედება ცოცხალ ორგანიზმებზე ვლინდება ბიოლოგიური (არათერმული) და თერმული ეფექტების სახით. არათერმული ეფექტები ნიშნავს გარკვეულ ცვლილებებს, რომლებიც ხდება უჯრედულ დონეზე და თერმული ეფექტი ეხება ქსოვილის გათბობას/ტემპერატურულ ზრდას. უმეტეს შემთხვევაში, ბიოლოგიური და თერმული ეფექტები გავლენას ახდენს ერთმანეთზე და შესაძლოა ერთდროულად გამოჩნდეს. თუმცა ამ მიზნით ცალკე კვლევებია საჭირო. სპეციფიური შთანთქმის სიჩქარე SAR [ვატი კილოგრამზე-ვტ/კგ] არის პარამეტრი, რომელიც გვიჩვენებს გამოსხივებული RF ენერგიის რა ნაწილს შთანთქავს ცოცხალი სხეულის მასის ერთეული დროის ერთეულზე [8].

$$SAR = \frac{\sigma |\vec{E}|^2}{\rho}$$

სადაც σ - გამტარობა; E - ელექტრული ველი; ρ - სიმკვრივე.

არსებულ რეკომენდაციებში არის შემდეგი შეზღუდვები: ძირითადი შეზღუდვები, რომლებიც ყოველთვის უნდა დაკმაყოფილდეს; და პირველადი შეზღუდვების პირობების

გამოყენებასთან დაკავშირებული შეზღუდვები; რომელიც შეიძლება დაირღვეს ცალკეულ შემთხვევებში. ძირითადი შეზღუდვები გამოიხატება ისეთი სიდიდეებით, რომლებიც არ არის გაზომვადი და ახასიათებს სხეულს, როგორცაა SAR. უსაფრთხოების მოთხოვნები და რეკომენდაციები ძირითადად ეფუძნება WHO, IEEE, ICNIRP სტანდარტებს [9]-[11]. დღემდე, ადამიანის გარდა სხვა ცოცხალ ორგანიზმებზე არ ვრცელდება რადიოსიხშირული გამოსხივებისგან დაცვის მითითებები/რეკომენდაციები. მეცნიერული თვალსაზრისით, დარწმუნებით ვერ ვიტყვით, რომ EM ველის ლიმიტების შენარჩუნებამ შეიძლება მთლიანად დაიცვას ადამიანი გრძელვადიან პერსპექტივაში შესაძლო უარყოფითი ეფექტებისგან. თუმცა, EM ველის მნიშვნელობების ზღვრული მნიშვნელობების ქვემოთ შენარჩუნება დაგეხმარებათ ჯანმრთელობის რისკების თავიდან აცილებაში. კვლევის შედეგების საფუძველზე, RF-EM-ველები კლასიფიცირდება IARC-ის მიერ, როგორც "შესაძლოა კანცეროგენი ადამიანისთვის" [12]. თუმცა, RF-EMF-ის კლასიფიკაცია, როგორც შესაძლო კანცეროგენები, ჯერ კიდევ არ არის მტკიცე დასკვნა მეცნიერებისთვის.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, წარმოდგენილი კვლევის მიზანია Wi-Fi სიხშირის EM ველის ზემოქმედებით გამოწვეული თერმული ეფექტების შესწავლა ზრდასრული ადამიანის მოდელზე; განვსაზღვრეთ SAR და შესაბამისი ΔT მნიშვნელობები, რაც საშუალებას მოგვცემს შევაფასოთ შესაძლო ბიოლოგიური ეფექტები. მიღებული შედეგების საფუძველზე ჩავატარეთ შედარებითი ანალიზი.

დღეს, მიუხედავად მრავალი კვლევისა ამ მიმართულებით, ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარების გამო, ადამიანზე EM ველის ზემოქმედების საკითხი ბოლომდე შესწავლილი არ არის და საჭიროებს შემდგომ კვლევას.

მეთოდოლოგია

დროში არასტაციონარული პროცესების შესასწავლად, დროით არეში სასრული სხვაობების მეთოდი (FDTD) გამოიყენება დიფრაქციის პრობლემის გადასაჭრელად არაერთგვაროვან რთული ფორმის სხეულზე, როგორცაა ადამიანის სხეული. FDTD მეთოდი მოითხოვს საკვლევი არის დისკრეტიზაციას და ერთდროულად განიხილავს პროცესს, რომელიც ხდება საკვლევი ბადის ყველა უჯრედში დროის თითოეულ მომენტში. ინტეგრალური განტოლებების დისკრეტიზაცია მოცემულ სივრცე-დროის ბადეზე შესაძლებელს ხდის ამოიხსნას მაქსველის განტოლებები მოცემული წყაროებისა და ფიზიკური პარამეტრებისთვის. პრობლემის გადაჭრის სიზუსტის გასაზრდელად, ბადის დისკრეტიზაციის ზომა უნდა შემცირდეს. ამიტომ, ჩვენ შეზღუდული ვართ FDTD მეთოდის გამოყენებაში საკვლევის არის დიდი ზომების შემთხვევაში, რადგან რიცხვითი სიმულაციები საჭიროებს თვლის დიდ დროს და მოითხოვს მძლავრ კომპიუტერულ რესურსებს. კვლევის განსახორციელებლად გამოყენებული იქნა კომპიუტერული პროგრამა FDTD LAB, შემუშავებული LAE- გამოყენებითი ელექტროდინამიკისა და რადიოინჟინერიის ლაბორატორიაში (თსუ). აღნიშნულმა პროგრამულმა პაკეტმა შესაძლებელი გახადა ამოგვეხსნა ჯერ ელექტროდინამიკური, შემდეგ კი თერმული ამოცანა, ადამიანის რთული და ჰეტეროგენული მოდელის EM ველით დასხივებისას.

გამოთვლის მეთოდი და კოდი ეფუძნება FDTD მეთოდს მაქსველის განტოლებისთვის, ხოლო თერმული სიმულაცია და ანალიზი ეფუძნება პენეს ბიო-სითბოს განტოლებას.

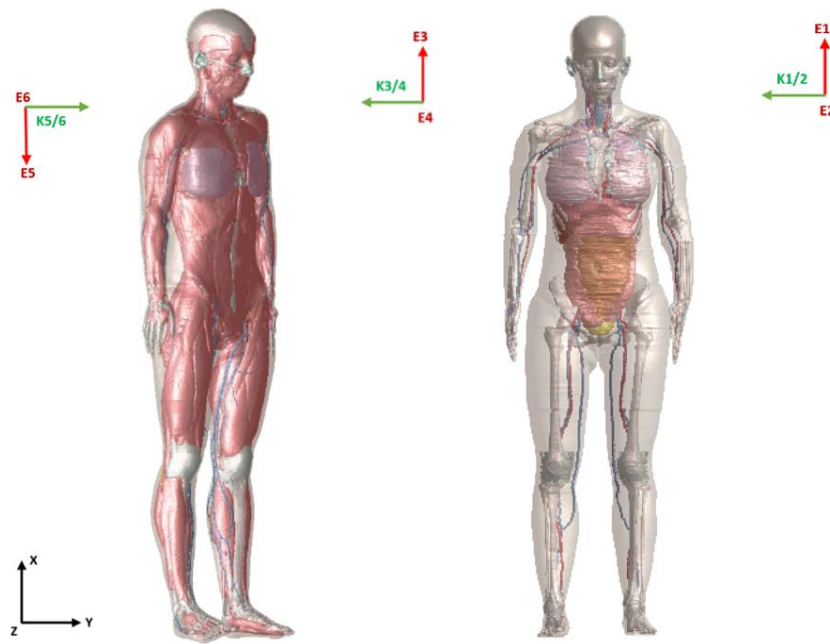
საკვლევი უბნის/დისკრეტული ბადის თითოეული უჯრედის ზომაა 2 მმ. რიცხვითი გამოთვლებისთვის გამოიყენება ქალის ჰეტეროგენული რეალისტური სამგანზომილებიანი დისკრეტული მოდელი სახელწოდებით "ELLA" (IT'IS Foundation "ვირტუალური პოპულაცია") დისკრეტიზაციით 2 მმ.

„ვირტუალური პოპულაცია“ – არის ViP ერთობლიობა მაღალი გარჩევადობის დეტალური ანატომიური მთლიანი ადამიანის სხეულის მოდელების. შერჩეული ადამიანის მოდელის სხეული შედგება 80 სხვადასხვა ტიპის ქსოვილისგან. EM დასხივების დროს, EM ველი აღწევს თითოეულ ორგანოსა და ქსოვილში სხვადასხვა სიჩქარით, თითოეული ქსოვილის შემადგენლობისა და სიმკვრივის მიხედვით.

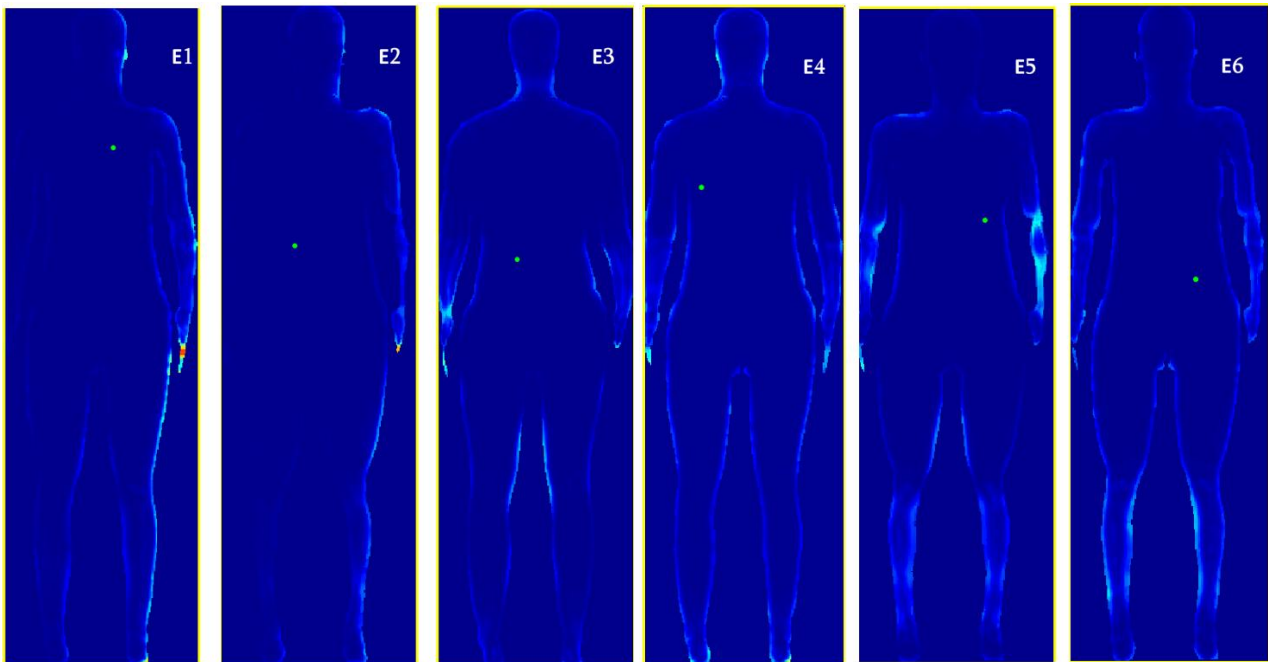
კვლევისთვის შერჩეული ქალის მოდელი დამუშავებულია MyFDTD-ით - FDTDLab-ის დამხმარე პროგრამით, რომელიც შექმნილია ადამიანზე EM ველის ზემოქმედების შესასწავლად; MyFDTD-ის გამოყენებით შესაძლებელია სხეულის საკვლევი სეგმენტის ამოჭრა, სხვადასხვა EM წყაროს დაყენება და ა.შ. [13] ; EM დიფრაქციის ამოცანის გადასაჭრელად, სიხშირეზე დამოკიდებული პარამეტრები და ქსოვილის თერმული პარამეტრები გამოიყენება IT'IS Foundation- მონაცემთა ბაზიდან [14]. EM ველის წყაროდ განიხილება ბრტყელი ტალღა; სიმულაციისთვის არჩეული იყო სინუსოიდალური ტალღა 2400 [MHz] სიხშირით. ადამიანის SAR-ის გამოთვლილი მნიშვნელობები განისაზღვრა და ნორმალიზდა დაცემული ბრტყელი ტალღის სიმძლავრის სიმკვრივეზე - 10 მვტ/სმ² [15], [16].

მიღებული შედეგები

უხილავი EM ველის ენერგია შეიძლება შთანთქას ადამიანის სხეულმა და რიცხობრივად იზომება როგორც SAR (Specific absorption rate). EM ველებზე ადამიანის ზემოქმედების შეფასება გულისხმობს ადამიანის ქსოვილის მიერ შთანთქმული EM ველის ენერგიის (SAR) განსაზღვრას და ამ შთანთქმით გამოწვეული ΔT (ტემპერატურის მატება) შეფასებას. FDTDLab პროგრამული პაკეტის გამოყენებით მოდელების მომზადების შემდეგ, ჯერ უნდა ამოვხსნათ წყაროს მიერ გამოსხივებული EM ველის დიფრაქციის პრობლემა მოცემულ ქალისა და ბავშვის არაერთგვაროვან მოდელებზე და განისაზღვროს დიფრაქციული ველები, რომელიც აღწევს ადამიანის მოდელში, რის შედეგადაც ველის ენერგია შთანთქმება ადამიანის ქსოვილების მიერ. ამის შემდეგ იხსნება თერმული ამოცანა და ითვლება ქსოვილის ტემპერატურის მატება, რომელიც გამოწვეულია EM ველის ენერგიის შთანთქმით. კომპიუტერული მოდელირებისთვის სისხლის ტემპერატურად აღებულია 37°C-ის ტოლი, ჰაერის ტემპერატურა - 22.0°C, ყველა უჯრედის საწყისი ტემპერატურა - 37.0°C. შერჩეული ადამიანის სხეულის მოდელისთვის გამოთვლები შესრულდა დაცემულის ველის პოლარიზაციისთვის - E1, E2, E3, E4, E5, E6 (ნახ. 1).



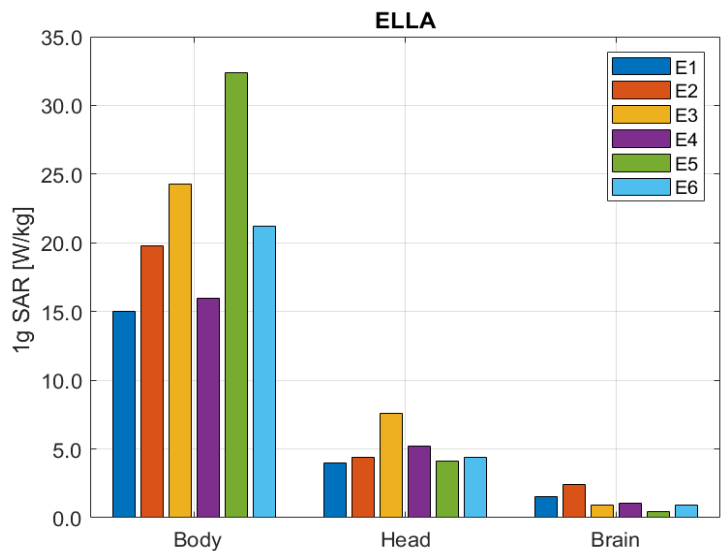
ნახ. 1. ქალის [ELLA](#) სხეულის მოდელი ყველა განხილული დაცემული ველის პოლარიზაციასთან ერთად



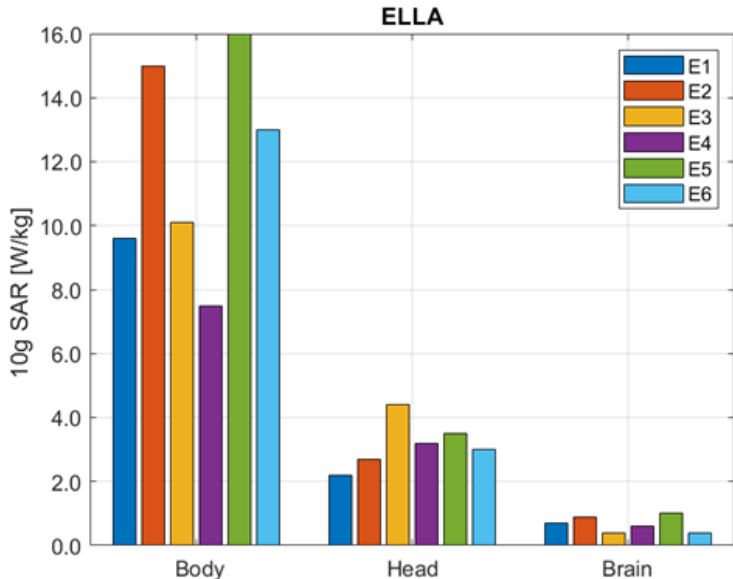
ნახ. 2. SAR 1g-ის განაწილება ქალის მოდელში ყველა განხილული პოლარიზაციისთვის 2400 MHz სიხშირეზე

უსაფრთხოების საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით, SAR-ის გასაშუალოებული მნიშვნელობა 10 გ-ზე მეტი არ უნდა აღემატებოდეს 10 ვტ/კგ-ს, ხოლო ΔT არ უნდა აღემატებოდეს 1°C -ს [10], [12]. SAR 1g-ის (ნახ. 2) განაწილების გამოკვლევა ქალის მოდელში გვიჩვენებს, რომ E- ველის ყველა განხილული პოლარიზაციისთვის შთანთქმა შედარებით მაღალია სხეულის სხვა ნაწილებში, ვიდრე თავში და ტვინში. იმის გამო, რომ SAR მნიშვნელობები დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე, რომლებიც გავლენას ახდენენ სხეულის

ქსოვილების მიერ ველის ენერჯის შთანთქმვაზე. SAR მნიშვნელობები განსხვავდება სხეულისა და EM ველის ტალღის მახასიათებლების მიხედვით. მისი ცვლილება დამოკიდებულია გამოსხივებული ველის სიხშირესა და პოლარიზაციაზე [17]. როგორც ნათლად ჩანს რიცხვითი ექსპერიმენტის შედეგებიდან, SAR 1g-ისა და SAR 10g-ის გასაშუალოებული მნიშვნელობები ასევე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული RF (რადიოსიხშირის) ველის პოლარიზაციაზე და სხეულის მახასიათებლებზე. კერძოდ, SAR 1g და SAR 10g მნიშვნელობები თითქმის ორჯერ მაღალია სხეულისთვის, ვიდრე თავისთვის და მნიშვნელოვნად აღემატება ტვინში აბსორბირებული ენერჯის რაოდენობას (ნახ.3, ნახ. 4).

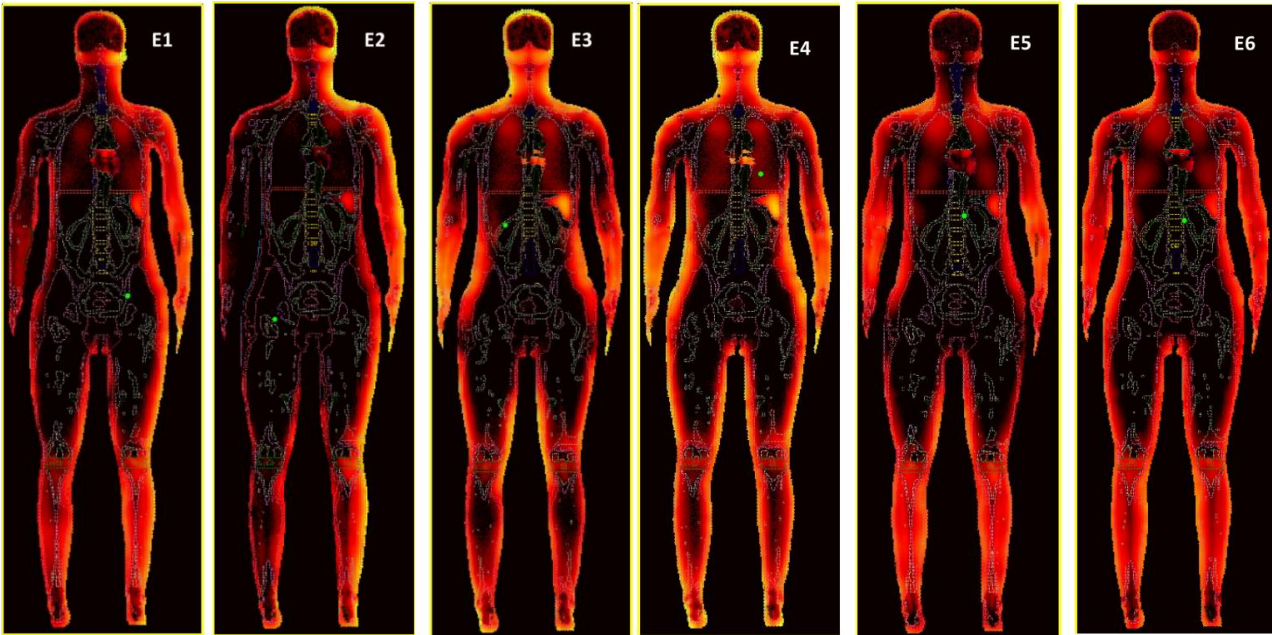


ნახ. 3. SAR 1g-ის მნიშვნელობები ქალის Ella მოდელისთვის 2400 MHz სიხშირეზე



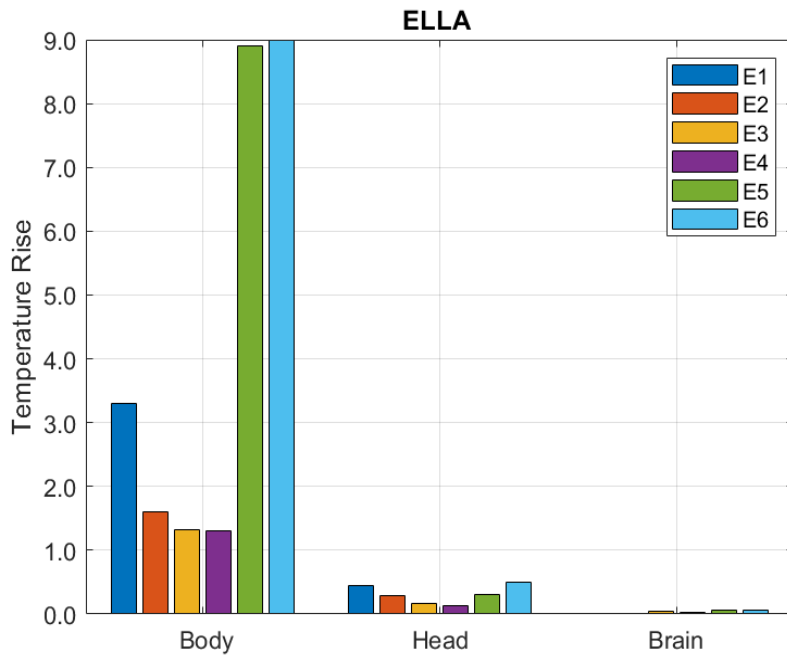
ნახ. 4. SAR 10g-ის მნიშვნელობები ქალის Ella მოდელისთვის 2400 MHz სიხშირეზე.

როდესაც ადამიანზე ზემოქმედებს 2400 MHz სიხშირის EM ტალღები, ადამიანის სხეულის მიერ EM ველის ენერჯის შთანთქმა იწვევს გათბობის რეაქციას და, როგორც აღინიშნა, რაოდენობრივად ხასიათდება SAR-ით (100KHz-10GHz ფარგლებში სიხშირეებისთვის), რომელიც გამოიხატება სხეულის ტემპერატურის მატებაში - ΔT .



ნახ. 5. სითბოს განაწილება ქალის Ella მოდელში 2400 MHz სიხშირეზე (ΔT [dB])

ΔT -ის მნიშვნელობის დასადგენად, ჩვენ ჯერ შევაფასეთ ტემპერატურის განაწილება სტაბილურ (STEADY STATE) მდგომარეობაში, როდესაც EM ველის ენერჯის შთანთქმა არ არის გათვალისწინებული. ამის შემდეგ შეიძლება შეფასდეს ადამიანის სხეულის შემდგომი ტემპერატურული რეაქცია EM ველის ენერჯის შთანთქმის გამო (SAR-ის მიხედვით).



სურ. 6. ΔT [°C]-ის მნიშვნელობები Ella მოდელისთვის 2400 MHz სიხშირეზე როგორც ნათლად ჩანს, ადამიანის ორგანიზმში ძირითადი თერმული რეაქცია ხდება სხეულის კანის ფენებში და თავის სკალპში. ვინაიდან RF ველს 2400 MHz სიხშირეზე ველი აღწევს ღრმად ადამიანის თავში; მაღალი რეაქტიული RF ველის შემთხვევაში, ტვინის ქსოვილებში ტემპერატურის მატება შეიძლება იყოს მნიშვნელოვნად მაღალი [18]. SAR მნიშვნელობების მსგავსად, ადამიანის სხეულის ტემპერატურული რეაქციაზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა ფაქტორები. კერძოდ, ადამიანის ქსოვილის ბიო-თერმული თვისებები, აგრეთვე გამოსხივების წყაროების მახასიათებლები [18]. კვლევამ აჩვენა, რომ ΔT მნიშვნელობები მნიშვნელოვნად

არის დამოკიდებული გამოსხივების წყაროს პოლარიზაციაზე (ნახ. 5. სურ. 6). ΔT მნიშვნელობები ELLA-ს სხეულის, თავისა და ტვინის შიგნით E5 და E6 პოლარიზაციისთვის გაცილებით მაღალია E- ველის სხვა პოლარიზაციასთან შედარებით. უნდა აღინიშნოს, რომ E5 და E6 ველების პოლარიზაციის შემთხვევაში, ΔT მნიშვნელობა ადამიანის თავში (ტვინში) არის $0,007^{\circ}\text{C}$, რაც ორჯერ მეტია, ვიდრე E1, E2, E3, E4 შემთხვევაში. მსგავსი ტენდენცია შეინიშნება ΔT მნიშვნელობებს შორის ELLA-ს თავში და სხეულში. მიუხედავად იმისა, რომ მაღალი სიხშირის EM ველებით დასხივებისას ენერგია ძირითადად შეიწოვება კანის ფენებში, ყურადღება უნდა მიექცეს დასხივების ხანგრძლივობას, რადგან ადამიანები და სამყაროში ნებისმიერი ცოცხალი სისტემა მუდმივად იმყოფება უხილავი EM გამოსხივების ქვეშ. ამიტომ, მიუხედავად იმისა, რომ SAR და ΔT მნიშვნელობები დადგენილ ზღვრებშია, გრძელვადიან ეფექტებზე ვერაფერს ვიტყვით. რადგან აღსანიშნავია, რომ EM- დასხივების ცხოველებზე კვლევებმა აჩვენა ტვინის კიბოს ეფექტი, რაც ადასტურებს RF EM ველების კლასიფიკაციას, როგორც შესაძლო კანცეროგენებს [19]. უნდა აღინიშნოს, რომ EM წყაროსთან ახლოს მცხოვრები ადამიანები მუდმივად იმყოფებიან EM გამოსხივების ზემოქმედების ქვეშ და ხშირ შემთხვევაში არ იციან შესაძლო ნეგატიური/არასასურველი ეფექტის შესახებ. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ მიღებული ICNIRP სტანდარტული მნიშვნელობები არ ითვალისწინებს ადამიანის გენდერულ და ასაკობრივ განსხვავებებს. არსებული სტანდარტები გვიცავს მოკლევადიანი ზიანისგან არსებულ ცოდნაზე დაყრდნობით. გრძელვადიანი ეფექტების შეფასება ძნელია, მაშინაც კი, თუ ველის მნიშვნელობები მიღებულ ლიმიტებზე დაბალია და მაშინაც კი, საექვოა, არის თუ არა ადამიანები სრულად დაცული. საფრთხე ასევე იზრდება - 5G სიხშირეზე [20], [21]. ადამიანზე EM ველის გავლენის შეფასებისას გასათვალისწინებელია მრავალი ფაქტორი, როგორცაა: ადამიანის სხეულის რთული გეომეტრია, სად მდებარეობს მანქანაში კომუნიკაციისას, დახურულ ოთახში, ოთახის კედლების გამჭვირვალობა. და ტელეფონის დაჭერის კონფიგურაცია და ა.შ. [24]. ძნელია ყველა ამ დეტალის გათვალისწინება, მაგრამ მათი მნიშვნელობის შეფასება შესაძლებელია.

დასკვნა

EM ველების ადამიანზე ზემოქმედებით გამოწვეული თერმული ეფექტები შესწავლილი იყო SAR-ის და შესაბამისი ტემპერატურის მატების- ΔT მნიშვნელობების განსაზღვრის საფუძველზე, რის შედეგადაც შეფასდა შესაძლო ბიოლოგიური ეფექტები.

კვლევაში მიღებული შედეგების გაანალიზების შედეგად დადგინდა [25], რომ SAR და ადამიანის სხეულის შესაბამისი ტემპერატურული რეაქცია - ΔT არის დადგენილ უსაფრთხოების საზღვრებში. კიდევ ერთხელ უნდა აღინიშნოს, რომ ადამიანები მუდმივად ექვემდებარებიან EM გამოსხივებას. ისინი შეიმუშავებენ დამცავ ზომებს ფიზიკურად ხილული საფრთხეებისგან, მაგრამ ეს რთულია არახილული EM ველების წინააღმდეგ. რა თქმა უნდა, რთულია EM გამოსხივების ზემოქმედების სრულად თავიდან აცილება, მაგრამ მისი დაცვა აღიარებულ უსაფრთხო საზღვრებში გარკვეულწილად დაგვიცავს ჯანმრთელობის შესაძლო პრობლემებისგან. ბავშვები ამ მხრივ განსაკუთრებული ჯგუფია; მათი სხეულები განვითარების ეტაპზეა, ისინი უფრო შეღწევადია EM ველებისათვის და მათი

ზემოქმედებით გამოწვეული ეფექტები შესაძლოა უფრო შესამჩნევი იყოს [22]. ასევე, აღსანიშნავია სუსტი ჯანმრთელობის მქონე ადამიანების ჯგუფი.

დღეს, მიუხედავად ამ მიმართულებით მრავალი კვლევისა, ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარების გამო, ადამიანზე EM ველის ზემოქმედების საკითხი ბოლომდე შესწავლილი არ არის და დებატების საგანია [21]. ამ მიმართულებით საჭიროა შემდგომი კვლევა.

ალიარება

დაფინანსების პროგრამა/-ID: Joint Rustaveli-DAAD-fellowship programme, 2024 (დაფინანსების პროგრამის ნომერი - 57735997); პირადი რეფ. No: 91852390; საგრანტო ხელშეკრულება № 04/05; 16.05.2024.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] J. Mydlováa , I. Gálováa, M. Beňováa, “Impact of Electromagnetic Fields in Transport on Active Implantable Medical Devices”. *Transportation Research Procedia*. 40 (2019), pp. 1497–1503, 2019.
- [2] Zuzana Pšenáková, Mariana Beňová, „Effects of 2.4 GHz radiofrequency radiation to pacemaker“, *Advanced Methods of Theory of Electrical Engineering*, Trebic, Czech Republic, September 6 – 8, 2015,
- [3] T. Nozadze, V. Jeladze, R. Zaridze, 'Mobile Antenna Matching Study Considering Different Holding Positions at 2100 MHz Frequency', XXVIth International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory DIPED-2020, Tbilisi, Georgia, September 15-18, 2020
- [4] T. Nozadze, V. Jeladze, M. Tsverava, V. Tabatadze, M. Prishvin, R. Zaridze, "EM Exposure Study on an Inhomogeneous Child Model Considering Hand Effect", 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), Kyiv, Ukraine, May 29 -June 2, pp. 51-54, 2017.
- [5] V. Jeladze, T. Nozadze, I. Petoev-Darsavelidze and B. Partsvania, “Mobile phone antenna-matching study with different finger positions on an inhomogeneous human model,” *Electromagnetic Biology and Medicine*, 38(4), 297-306, 2019. DOI: 10.1080/15368378.2019.1641721.
- [6] Online - <https://midsafetech.org/wi-fi-effects/>
- [7] G. Redlarski, B. Lewczuk, A. Żak, A. Koncicki, M. Krawczuk, J. Piechocki, K. Jakubiuk, P. Tojza, J. Jaworski, D. Ambroziak, Ł. Skarbek, D. Gradolewski, “The Influence of Electromagnetic Pollution on Living Organisms: Historical Trends and Forecasting Changes”, *Biomed Res Int*. 2015 (234098), 2015.
- [8] Abdul-Al, M., Amar, A.S. I., Elfergani, I., Littlehales, R. , Ojaroudi Parchin, N. , Al-Yasir, Y., See, C.H., Zhou, D., Abidin, Z. Z. , Alibakhshikenari, M., Zebiri, C., Elmegri, F., Abusitta, M., Ullah, A., Abdussalam, F. M. A. , Rodriguez, J., McEwan, N.J., Noras, J.M., Hodgetts, R., Abd-Alhameed, R. A.” *Wireless Electromagnetic Radiation Assessment Based on the Specific Absorption Rate (SAR): A Review Case Study*”. *Electronics*. 11(4), 511, 2022.
- [9] “IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic-Fields, 3 kHz to 300 GHz”. IEEE: New York, NY, USA, 95, pp. 1–1999, 1999.

- [10] "IICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up 300 GHz), International Commission on Non-Ionising Radiation Protection". Health Phys. 56, pp. 494–522, 1998.
- [11] Z. Szilágyi, Z. Németh, J. Bakos, G. Kubinyi, P.P. Necz, E. Szabó, G. Thuróczy, R. Pinto, B. Selmaoui, "Assessment of Inflammation in 3D Reconstructed Human Skin Exposed to Combined Exposure to Ultraviolet and Wi-Fi Radiation", Int. J. Mol. Sci. 24(3), 2853, 2023.
- [12] International Agency for Research on Cancer IARC- Press Release N: 208. 2011. Available from: http://emfguide.itu.int/pdfs/pr208_E.pdf.
- [13] T. Nozadze, K. Henke, M. Kurtsikidze, V. Jeladze, G. Ghvedashvili, R. Zaridze, "Study How the Hand Effects on the Mobile Phone Dipole Antenna Matching Conditions to the Free Space at 3700 MHz Frequency", UkrMW 2022 - Proceedings, pp. 439–443, 2022.
- [14] Online - IT'IS Foundation. <http://www.itis.ethz.ch/itis-for-health/tissueproperties/database/database-summary/> 99
- [15] Online - Physicians for Safe Technology. <https://mdsafetech.org/conversion-and-exposure-limits-emr-emf/>
- [16] Online - <https://ampeid.org/documents/georgia/order-no-297-n-of-2001-of-minister-of-labor-health-and-social-affairs-of-georgia-on-environmental-quality-requirements/>
- [17] S. Miguel-Bilbao, V. Ramos, J. Blas, "Comments on assessment of polarization dependence of body shadow effect on dosimetry measurements in the 2.4 GHz band," Bio-electromagnetics, Vol. 38, No. 4, 315–321, 2017.
- [18] H. Tooba, M. Moazam, "SAR Calculation & Temperature Response of Human Body Exposure to Electromagnetic Radiations at 28, 40 and 60 GHz mmWave Frequencies", Progress In Electromagnetics Research M, Vol. 73, 47–59, 2018
- [19] "Report of Partial Findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD rats (Whole Body Exposures)," bioRxiv, 2016.
- [20] Online- IEEE SPECTRUM- <https://spectrum.ieee.org/will-5g-be-bad-for-our-health>
- [21] D. Leszczynski, „Call for consensus debate on mobile phone radiation and health: Are current safety guidelines sufficient to protect everyone's health?“, Front. Public Health, 10:1085821, 2022 doi: 10.3389/fpubh.2022.1085821
- [22] L. Hardell, "Effects of Mobile Phones on Children's and Adolescents' Health: A Commentary," *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, vol. 89(1), pp. 137-140, 2018
- [23] A. Warille, M. Onger, A. Turkmen, Ö. Deniz, G. Altun, K. Yurt, et al. „Controversies on electromagnetic field exposure and the nervous systems of children”. *Histol Histopathol*. vol.31, pp.461–8, 2016
- [24] T. Nozadze, V. Jeladze, V. Tabatadze, I. Petoev, M. Prishvin, R. Zaridze, "Base Station Antenna's EM Exposure Study on a Homogeneous Human Model Located Inside the Car", XXII-nd International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory DIPED 2017, Dnipro, Ukraine, September 25-28, pp. 209-213, 2017

[25] Tamar Nozadze, Jens Haueisen, Vera Jeladze. " Assessment of Electromagnetic Field Exposure to Humans at 2.4 GHz Wi-Fi Frequency", Conference: 2024 IEEE 29th International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED), 11-13 September 2024, DOI: [10.1109/DIPED63529.2024.10706179](https://doi.org/10.1109/DIPED63529.2024.10706179)

Computer Modeling Study of the Effects of Radio Frequency EM Radiation on Humans

Tamar Nozadze¹, Lela Tsitashvili ², Ivliane Nozadze ³

¹ Ivane Javakhishvili Tbilisi State University (TSU)

2.1. ²Samtskhe-Javakheti State University

³ Ivane Beritashvili Center of Experimental Biomedicine

tamar.nozadze@tsu.ge, lelatsitashvili@sjuni.edu.ge, nozadzelia@yahoo.com

Abstract

Thermal effects of radiofrequency EM field exposure on humans were studied. The only acceptable and reliable way to study the effects of electromagnetic fields on biological bodies such as humans is computer simulation using numerically realistic models (or phantoms). The method of study is the finite difference time domain (FDTD) method. Based on numerical experiments performed by the FDTD LAB program, the average SAR values in a female whole body model and the temperature response (ΔT) caused by the absorption of EM field energy were determined. The compliance of the results with safety limits was also studied; Possible risks were assessed based on the amount of absorbed energy and the corresponding ΔT value.

Keywords: human model, FDTD, SAR, EM fields;

Acknowledgment

Funding programme/-ID: Joint Rustaveli-DAAD-fellowship programme, 2024 (Funding programm number - 57735997); Personal ref. no.: 91852390; Grant Agreement № 04/05; 16.05.2024.



ღეროვანი უჯრედების გაყოფის სიჩქარე ორგანიზმის ასაკთან ერთად მცირდება

ჯაბა ტყემალაძე¹

¹კვლევების დირექტორი, დღეგრძელობის კლინიკა, jtqemaladze@longevity.ge,

<https://orcid.org/0000-0001-8651-7243>

აბსტრაქტი

უჯრედშიდა ადგენისა და დაცვის მექანიზმები განსაზღვრავს ცალკეული უჯრედის სიცოცხლის ხანგრძლივობას. სომატური ღეროვანი უჯრედები განსაზღვრვენ ყველა ქსოვილების სიცოცხლის ხანგრძლივობას და, ამრიგად, მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ორგანიზმის დაბერების პროცესში. ღეროვან უჯრედებს გააჩნიათ ვრცელი თვითგანახლების თვისებები, მაგრამ არსებობს უამრავი მტკიცებულება დროთა განმავლობაში მათი ფუნქციის დაქვეითების და ეროზიის შესახებ. მიზეზი, რის გამოც ხდება ღეროვანი უჯრედების გაყოფის ტემპის დაქვეითება ყოველი გაყოფის შემდეგ დღემდე არ არის დადგენილი. საინტერესოა, რომ ღეროვანი უჯრედები ასიმეტრიული გაყოფებისას ხდება შერჩევითი დაგროვება ერთის მხრივ, უახლესი მოლეკულებს და სტრუქტურებს, და მეორე მხრივ, უძველეს ცენტრიოლებს.

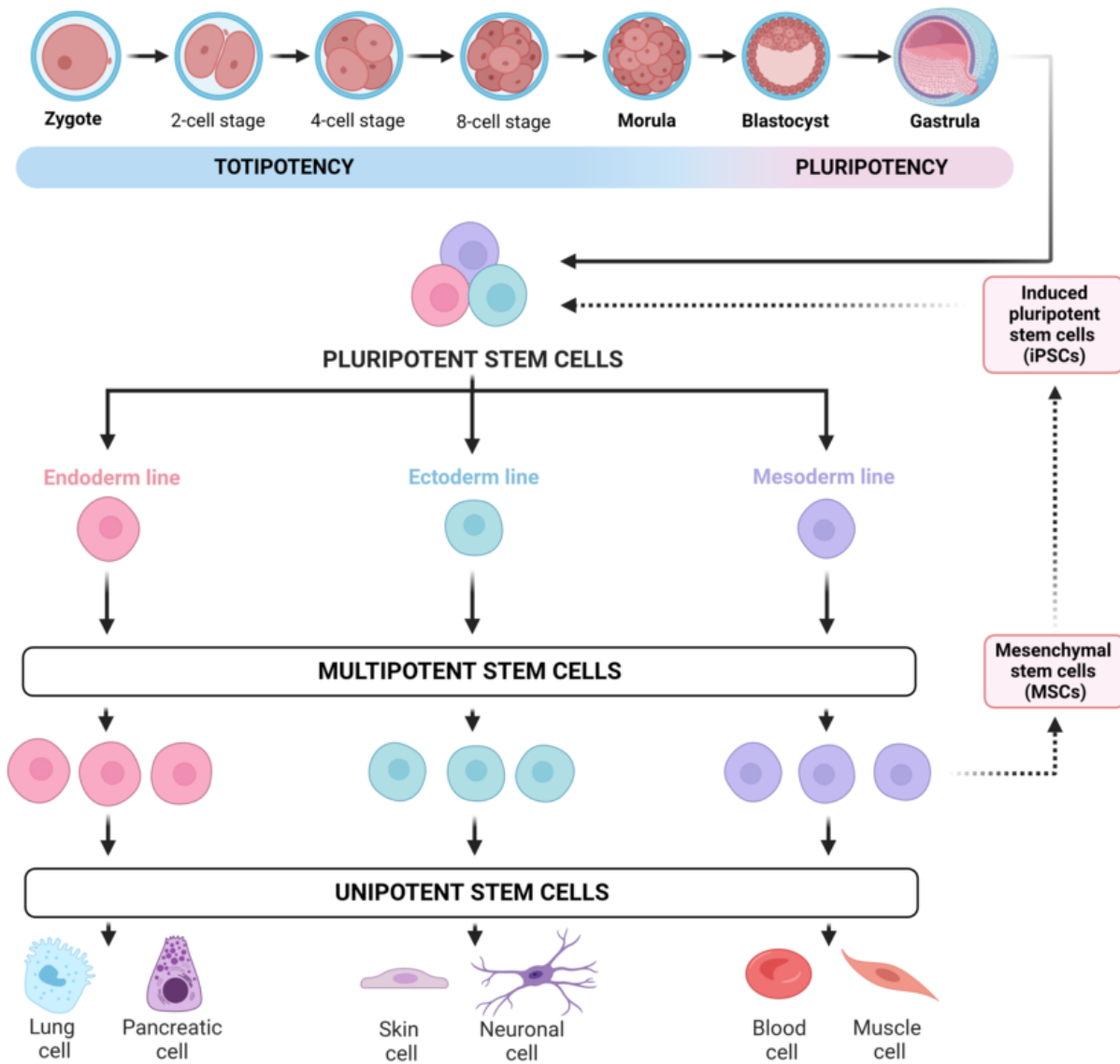
საკვანძო სიტყვები: ღეროვანი უჯრედები; დიფერენციაცია; ESC; ASC; აპოპტოზი; ონტოგენეზი; თვითაღდგენა; მიხრწნა; დაბერება

შესავალი

ადამიანის და ცხოველების მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების განვითარების სირთულე განპირობებულია ზიგოტაში მდებარე გენური ქსელების დაპროგრამებული ტანმიმდევრული ჩართვით და გამორთვით ასიმეტრიული გაყოფების შემდეგ დიფერენციაციის პროცესში. განვითარება იწყება ტოტიპოტენტური ემბრიონალური ღეროვანი უჯრედებიდან (ESCs), რომლებიც წარმოქმნიან სამი ჩანასახოვანი ფენის (ექტოდერმა, მეზოდერმა, ენდოდერმა) წინამორბედ პლიურიპოტენტურ ემბრონალურ უჯრედებს, რომლებიც ხდებიან წინაპარი უჯრედები იმ ღეროვანი უჯრედების, რომლებიც აყალიბებენ სხეულის ქსოვილებს. ESC-ებს აქვთ ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა უჯრედების ასიმეტრიული გაყოფა, სამივე ჩანასახის შრედ დიფერენცირების უნარი, ტელომერაზას აქტივობა და უჯრედული ციკლი, რომელიც მნიშვნელოვნად ამცირებს გაყოფის ფაზებს. ზრდასრულ ასაკში, ქსოვილის სპეციფიკური მულტიპოტენტური ღეროვანი უჯრედები არეგულირებენ ჰომეოსტატიკური ქსოვილის თვითაღდგენას. ამ ზრდასრულ ღეროვან უჯრედებს (ASCs) სამ ჩანასახის ფენად დიფერენცირების უნარი არ გააჩნიათ, შეუძლიათ განაახლონ კონკრეტული ქსოვილის ტიპის

უჯრედული პოპულაცია და შეინარჩუნონ ასიმეტრიული უჯრედული დაყოფით საკუთარი პოპულაციის რაოდენობა. ASC უჯრედები ხასიათდება როგორც პროლიფერაციული შედარებით სიმშვიდის მდგომარეობაში მყოფი, საიდანაც მათ შეუძლიათ გამოვიდნენ სათანადო პირობებში, რათა მიიღონ პროლიფერაციული პოტენციალი, რომელიც აუცილებელია ქსოვილის თვითაღდგენისთვის.

სურათი 1 (Erceg et al., 2023)



ASC-ები პირველ რიგში პასუხისმგებელი არიან ქსოვილის სტრუქტურის შენარჩუნებაზე; ისინი ამას ასრულებენ თავიანთი ორი ძირითადი ფუნქციით - საკუთარი რაოდენობის შენარჩუნებისა და სხვა ვალდებულებებს შორის. ქსოვილის სპეციფიკური ASC პოპულაციები სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია გადარჩენისთვის და ამიტომ მათი შტამომავლების ნაწილი უნდა აღადგენდეს პოპულაციის რაოდენობას. თუმცა, თვითგანახლების აუცილებლობა გარდამავალი უნდა იყოს, რადგან უჯრედებს ასევე მოეთხოვებათ შტამომავლობა, რომელიც დიფერენციაციის გზაზე დადგება. ბალანსი თვითგანახლებასა და დიფერენციაციის ვალდებულებას შორის გადამწყვეტია. თუ ASC პოპულაცია იხრება თვითგანახლების გზისკენ, ის რისკავს დიფერენციაციის უნარის დაკარგვას და შეიძლება ავთვისებიანი გზით

გარდაიქმნას უაღრესად პროლიფერაციულ არადიფერენცირებად უჯრედულ პოპულაციად. მეორეს მხრივ, თუ ბალანსი დიფერენციაციისკენ გადაინაცვლებს, არსებობს რისკი, რომ ღეროვანი უჯრედების პოპულაცია დაიკარგოს დეგენერაციული დაავადების წარმოქმნის გაზრდილი პოტენციალის თანხლებით, მექანიზმი, რომელიც ითვლება დაბერების პროცესის ერთ-ერთ კომპონენტად. დაბერების მეორე, შესაძლოა უფრო მნიშვნელოვანი, კომპონენტია ღეროვანი უჯრედების გაყოფის ტემპის დაცემა დროთა განმავლობაში.

ორგანიზმის დაბერება და ასაკთან დაკავშირებული დაავადებები ხშირად ასოცირდება სენესცენციასთან (მიხწრნა). Hayflick- მა თავდაპირველად აღწერა მიხწრნა როგორც უჯრედული ციკლის დაპროგრამირებული გაჩერება გარკვეულ თაობაში კულტივირებული ფიბრობლასტების შეზღუდული რეპლიკაციური პოტენციალის გამო. ტელომერების შემცირება, ონკოგენების გააქტიურება ან დნმ-ის დამაზიანებამ შეიძლება გამოიწვიოს მიხწრნის გზა. მიხწრნა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ASC პოპულაციების სწორად ფუნქციონირების შენარჩუნებაში. ნორმალურ პირობებში ASC უჯრედი იყოფა დაბერებული ქსოვილში დაზიანებული უჯრედების ჩასანაცვლებლად. სიცოცხლის განმავლობაში ასიმეტრიული გაყოფის შედეგად, ღეროვანი უჯრედების ის შთამომავალი უჯრედი, რომელიც ინარჩუნებს ღეროვნებას, შერჩევითად ღებულობს ძველ ცენტრიოლს. ენტროპიის ასეთი დაპროგრამირებული და შინაგანი დაგროვება უფრო მეტად უნდა მოქმედებდეს ფუნქციების დაქვეითებაზე, ვიდრე გარე ფაქტორებით (რადიაცია, ტოქსინები და მსგავსი) მიყენებული ზიანი და ენტროპიის ზრდა.

თვითაღდგენა ასევე შეიძლება მოხდეს ქსოვილის დამაზიანებელი მოვლენების გამო, რამაც შეიძლება პირდაპირ გამოავლინოს ASC პოპულაცია მუტაციებისკენ და/ან შეცვალოს მარეგულირებელი ქსოვილის მიკროგარემო. ღეროვან უჯრედებს აქვთ დაზიანების აღდგენის თანდაყოლილი მექანიზმები, რომლებსაც შეუძლიათ უპასუხონ დნმ-ის დაზიანებას, რეაქტიული ჟანგბადის სახეობების (ROS) დაზიანებას და მუტაციებს, რომლებიც არეგულირებენ უჯრედულ ციკლს და სხვა უჯრედულ ფუნქციებს. მაგრამ არანაირი მექანიზმი არ არსებობს ისეთი კონსერვატიული ორგანოიდის აღდგენის, როგორც ცენტრიოლია. როდესაც ეს აღდგენითი მექანიზმები არ/ვერ ხერხდება, უჯრედს დაემატება დაზიანების დონე, რაც იწვევს უჯრედების პროლიფერაციული პაუზის/სიკვდილის გზებს, როგორცაა მიხწრნა ან აპოპტოზი (უჯრედების დაპროგრამებული სიკვდილი). წინაპარი უჯრედების პოპულაციის დაქვეითება იწვევს ქსოვილების განახლების დაქვეითებას და დეგენერაციული დაავადებების შესაძლო განვითარებას. მეორეს მხრივ, დნმ-ის დაზიანების სათანადოდ გამოსწორებასთან ერთად აპოპტოზისა და/ან დაბერებისგან თავის დაღწევამ შეიძლება გამოიწვიოს ღეროვანი უჯრედების ნეოპლასტიკური ტრანსფორმაცია. ძველი ცენტრიოლების სტრუქტურის შეკეთება-აღდგენა უფრო ხშირად მთავრდება სიმსივნური ტრანსფორმაციით.

ღეროვანი უჯრედები მოიცავს ისეთ უზარმაზარ კლინიკურ თერაპიულ პოტენციალს, რომ მათი რთული ბიოლოგიური როლის გაგება უმნიშვნელოვანესია. სამწუხაროდ, ღეროვანი უჯრედების განმარტება რჩება ბუნდოვანი და მონაცემები შეიძლება იყოს წინააღმდეგობრივი.

ემბრიონის ღეროვანი უჯრედები და მათი წარმოშობა

Thomson- სა და Gearhart- ს მიეკუთვნება ადამიანის ESC-ების (hESCs) საწყისი იზოლაცია და დახასიათება ბლასტოცისტის შიდა უჯრედოვანი მასიდან. მათ აღნიშნეს ამ უჯრედების დიფერენციაციის და ამავე დროს თვითგანახლების უნარი *in vitro*. შემდგომმა დახასიათებამ აჩვენა, რომ უჯრედები გამოხატავდნენ უჯრედის ზედაპირის მარკერებს, რომლებიც ტიპიურია არადიფერენცირებული არაადამიანური პრიმატების ESCs (pESCs) და ადამიანის ემბრიონის კარცინომის უჯრედებისთვის. ეს სპეციფიკური მარკერები მოიცავდა სტადიის სპეციფიკურ ემბრიონულ ანტიგენს (SSEA)-1, SSEA-3, SSEA-4, TRA-1-60, TRA-1-81, ტუტე ფოსფატაზას აქტივობას და ტელომერაზას აქტივობის მაღალ დონეს. ტელომერაზა არის რიბონუკლეოპროტეინის ფერმენტი, რომელიც ინარჩუნებს ტელომერულ უბნებს ქრომოსომების ბოლოებში დე ნოვო ოლიგონუკლეოტიდის სინთეზით. ტელომერაზას აქტივობა არ არის ნორმალურ დიპლოიდურ სომატურ უჯრედებში, რომლებშიც მოკლე ტელომერები მოკლდებიან თაობიდან თაობაში ჰეიფლიკის ლიმიტისკენ მიმავალ დიფერენციაციის გზაზე. ავადმყოფობისას ან ასაკში ტელომერების სიგრძე შედარებით უფრო მოკლეა, ვიდრე ახალგაზრდა და ჯანმრთელ ორგანიზმში. სავარაუდოდ, ეს დაკავშირებულია იმასტან, რომ ავადმყოფობისას ან ასაკში ხდება უფრო მეტი გაყოფა(რაც ტელომერას სიგრძეს ამოკლებს) ასიმეტრიული გაყოფების შორის, რომ უჯრედების რაოდენობა იყოს მეტი. ნაჩვენებია, რომ TRA-1-60 და TRA-1-81 არის უფრო დიდი მემბრანასთან დაკავშირებული პროტეინის პოდოკალიქსინის სპეციფიკური ეპიტოპები, რომელიც განიცდის რეტინოინის მჟავას მოდიფიკაციას, ESCs შთამომავლის დიფერენციაციისას და კარგავს თავის რეაქტიულობას TRA-1-60 და TRA. -1-81 ანტისხეულებს. ეს მახასიათებლები გამოიყენება ღეროვანი უჯრედების იდენტიფიცირებისთვის ისევე, როგორც შინაგანი ტრანსკრიპციის ფაქტორი Oct-4 და თავის ESCs (mESCs) უნარი რეაქცია მოახდინოს ფაქტორზე, რომელიც ლეიკემიის ციტოკინის ინჰიბიციას ახდენს (LIF).

hESC-ების საწყისი იზოლაციისა და დახასიათების შემდეგ ინტერესი გადაინაცვლა მათი შთამომავლების დიფერენციაციის ფაქტორების დასადგენად. თუ ყველა უჯრედი მომდინარეობს საწყისი წინამორბედი უჯრედებიდან, რა მიმართავს დიფერენციაციას, მაგალითად, გლიური უჯრედებისკენ და არა ადიპოციტებისკენ? Brüstle et al პირველებმა აჩვენეს hESC-ების *in vitro* კონტროლირებადი დიფერენციაცია ზრდის ფაქტორების კომბინაციების სერიის გამოყენებით, რომლებმაც წარმატებით გამოავლინეს რეაქტიულობა მემბრანის ეპიტოპისთვის სპეციფიკურ მონოკლონურ ანტისხეულზე, რომელიც ჩვეულებრივ გვხვდება გლიური წინამორბედების მემბრანებზე. ისინი თავდაპირველად ზრდიდნენ ES უჯრედებს გარემოში, რომელიც ხელს უწყობს ნერვული წინამორბედების ზრდას. შემდეგ მათ უჯრედებს გამოავლინეს ზრდის ფაქტორების შემდეგი სერია: 1) ძირითადი ფიბრობლასტური ზრდის ფაქტორი (FGF2), 2) FGF2 და ეპიდერმული ზრდის ფაქტორი (EGF) და 3) FGF2 და თრომბოციტებიდან მიღებული ზრდის ფაქტორი (PDGF). სხვა უჯრედები, რომლებიც შენარჩუნებული იყო გარემოში ზრდის ფაქტორით, შენარჩუნდნენ დიფერენციაციის გარეშე მრავალი პასაჟების შემდგომ. თუმცა, როგორც ზრდის ფაქტორები მოიხსნა, ღეროვანი უჯრედების შთამომავლები დიფერენცირებული იყო ნერვული უჯრედების უფრო სპეციფიკურ ტიპებად, როგორცაა ოლიგოდენდროციტები და

ასტროციტები. უჯრედები, რომლებმაც უპირატესად დიფერენციაცია გაიარეს, შეიყვანეს ადამიანის მემკვიდრეობითი მიელინის აშლილობის, პელიზეუს-მარცხხერის დაავადების მქონე ვირთხების მოდელში და ამით ეფექტურად მოახდინეს თავის და ზურგის ტვინის რემიელინოზაცია. ამ შედეგებმა, ისევე როგორც სხვამ, აჩვენა იზოლირებული hESC-ების დიფერენციაციის მანიპულირების პოტენციალი in vitro ადამიანის დაავადების თერაპიული მკურნალობისთვის.

ემბრიონის ღეროვანი უჯრედები და მათი უჯრედული ციკლის რეგულაცია

ძირითადი განსხვავება ღეროვან უჯრედებსა და სომატურ უჯრედებს შორის გვხვდება უჯრედული ციკლის რეგულირებაში. სომატურ უჯრედებში უჯრედული ციკლი კონტროლდება ძირითადად Rb-E2F ოჯახის კომპლექსებით, ციკლინ-ციკლინდამოკიდებული კინაზებით (Cdks) და Cdk ინჰიბიტორებით INK4a/ARF გზის მეშვეობით. ამ გზებში ჩართული ცილების ექსპრესიის ტალღები და შემდგომი ტრანსლაციური ცვლილებები იწვევს უჯრედული ციკლის კონტროლს და რეგულაციას. ამ ცილების მუტაციამ ან დერეგულაციამ შეიძლება გამოიწვიოს უჯრედების უკონტროლო პროლიფერაცია, ანეუპლოიდი და გენომური არასტაბილურობა.

უჯრედული ციკლის რეგულაციის მექანიზმები, რომლებიც განსხვავდება სომატურ უჯრედებსა და ESC-ებს შორის, განისაზღვრა mESC მოდელის გამოყენებით mESC-ებთან ერთად, რომლებიც წარმოადგენენ პლურიპოტენტურ ხაზს (mEPLC). გვიანი პრემპლანტაციის და ადრეული პოსტიმპლანტაციის ემბრიონების mESC-ები უჩვეულოდ სწრაფი ტემპით მრავლდება. 4.5-დან 6.0 dpc-მდე (კოიტუსიდან დღეები), ეპიბლასტი ფართოვდება გენერაციის დაახლოებით 10 საათის დროით. იზრდება 6.5-დან 7.0 dpc-მდე, სადაც საშუალო გენერაციის დრო არის დაახლოებით 4.4 საათი. აღმოჩნდა, რომ mESC-ებსა და mEPLC-ებში უჯრედული ციკლი მცირდება G1 და G2 ფაზებში ციკლის გაზრდილი პროპორციით (დაახლოებით 50-60%) S ფაზაში.

ნორმალური სომატური უჯრედის ციკლის პირობებში, Rb/p105, ჰიპოფოსფორირებულ მდგომარეობაში, ურთიერთქმედებს E2F ტრანსკრიფციის ფაქტორებთან, რაც აფერხებს უჯრედული ციკლის პროგრესივითვის საჭირო გენების ტრანსკრიფციას შეზღუდვის წერტილის გავლით (R წერტილი). Rb/p105-ის ფოსფორირების დონეები დამოკიდებულია უჯრედში არსებული CDK აქტივობაზე. მიტოგენის სიგნალიზაცია Ras/Raf/მიტოგენით გააქტიურებული პროტეინ კინაზას (MAPK) გზაზე აქტიურებს ციკლინის D - CDK4/6 კომპლექსებს, რომლებიც, სავარაუდოდ, თავდაპირველად აქტიურებენ Rb/p105 აქტივობას არაფოსფორირებული ცილის ჰიპოფოსფორირებით. უჯრედული ციკლის R წერტილის გასავლელად ციკლინი E/CDK2 ახდენს Rb/p105 ჰიპერფოსფორილაციას და თრგუნავს E2F ცილას ტრანსკრიფციის ფაქტორებთან შეკავშირებისგან, რითაც იწყება უჯრედული ციკლის S ფაზაში საჭირო გენების ტრანსკრიფცია. იმისთვის, რომ მირებულ იქნას უჯრედული ციკლი, რომელიც ნაკლებადაა მიტოგენის ვარიაციების გავლენის ქვეშ, ღეროვანი უჯრედები, როგორც ჩანს, იღებენ რეგულაციის განსხვავებულ მექანიზმს.

ESC უჯრედის ციკლში შემცირებულ გაყოფის ფაზებთან ერთად, როგორც ჩანს, R წერტილი არ არეგულირებს G1 - S გადასვლას. Stead და კოლეგებმა აღმოაჩინეს, რომ როგორც mESC-ებში,

ასევე mEPLC-ებში იყო CDK2, ციკლინ A და ციკლინ E კინაზას აქტივობის ნაადრევი უჯრედული ციკლიდან დამოუკიდებელი გამოხატულება. გარდა ამისა, როდესაც CDK2 დათრგუნეს, მათ აღმოაჩინეს უჯრედების პროლიფერაციის მაჩვენებლის მნიშვნელოვანი შემცირება. სამაგიეროდ CDC2 - ციკლინ B, რომელიც აუცილებელია G2 - M გადასვლისთვის, იყო ერთადერთი CDK აქტივობა, რომელიც აღმოჩნდა უჯრედულ ციკლზე დამოკიდებული და E2F სამიზნე გენები გამოხატული იყო მთელ უჯრედულ ციკლში. ასევე ნაჩვენებია ჰიპოფოსფორილირებული Rb/p105-ის ნაკლებობა. დასკვნები ასევე მხარს უჭერენ ჰიპოფოსფორილირებულ Rb/p105-ის არსებობას mESC-ებსა და mEPLC-ებში. ციკლინის E და CDK2-ის უჯრედული ციკლის დამოუკიდებელი გამოხატვის გათვალისწინებით, მოსალოდნელი იქნება, რომ Rb/p105 აღმოჩნდეს ჰიპოფოსფორილირებულ მდგომარეობაში, რაც შემდგომში მხარს უჭერს R წერტილის არარსებობას ESC უჯრედული ციკლის პროგრესირებაში.

მიტოგენის სიგნალიზაცია MAPK გზის მეშვეობით ჩვეულებრივ ასტიმულირებს უჯრედების გაყოფას სომატურ უჯრედებში, თუმცა, ეს სიგნალი გახანგრძლივებული დიფერენციაციის ძლიერი ინდუქტორია. როგორც ჩანს, mESCs თავიდან აიცილებენ ამ სტიმულაციას ციკლინის D ექსპრესიის დაბალი დონის შენარჩუნებით და CDK4 კინაზას თითქმის არ გამოვლენილი აქტივობის შენარჩუნებით. ეს შეესაბამება ჰიპოფოსფორილირებული Rb/p105 დონის ნაკლებობას, რომელიც ადრე გამოვლინდა mESC-ებში. ეს დასკვნები მხარს უჭერს ადრეული G1-ის არარსებობას mESC-ებში, რაც მათ საშუალებას აძლევს აირიდონ MAPK სიგნალიზაციის დიფერენციაციის გამომწვევი ეფექტები, როგორც ეს გვხვდება სხვა უჯრედების ტიპებში.

მიუხედავად იმისა, რომ აქამდე კვლევების უმეტესობა ჩატარდა mESC-ებში, hESC-ები ანალოგიურად აჩვენებენ უჯრედული ციკლის G1 ფაზის შეკვეცას, თუმცა სხვა ბევრი არაფერია ცნობილი hESC-ებში უჯრედული ციკლის რეგულირების შესახებ. საინტერესოა, რომ პრიმატის ESC-ები იქცევიან mESC-ების მსგავსად ციკლინ E-ს უჯრედული ციკლიდან დამოუკიდებელი ექსპრესიის, Rb/p105-ის კონსტიტუციური ჰიპოფოსფორილირების და შრატის და MAPK-დამოუკიდებელი უჯრედული ციკლის პროგრესირებისას. აქედან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ კონსერვაციული ევოლუციის გზით, hESC-ებმა შეიძლება დაარეგულირონ უჯრედის ციკლი ანალოგიურად. ამ მონაცემებმა ერთად მიგვიყვანს ჰიპოთეზამდე, რომ ESC უჯრედის ციკლი დამოკიდებულია CDK აქტივობის მაღალ დონეზე, არ რეგულირდება Rb/p105 ან E2F გენის ექსპრესიით, არ გააჩნია G1 გამშვები წერტილი და ტრადიციული პერიოდულობა, რომელიც გვხვდება სომატური უჯრედის დროს. ციკლი.

ზრდასრულთა ღეროვანი უჯრედების მახასიათებლები

ზრდასრული ღეროვანი უჯრედების პირველი მტკიცებულებები აღწერილი იყო, როგორც ლიმფო-ჰემატოპოეზური ღეროვანი უჯრედები, რომლებსაც შეუძლიათ წარმოქმნან როგორც ერთთროიდული, ასევე ლიმფოიდური შთამომავლობა. წინა კვლევები აჩვენებდნენ ძვლის ტვინის უნარს გადანერგილი პაციენტის ძვლის ტვინის რეგენერაციაში. ზრდასრული ღეროვანი უჯრედების ქსოვილის თვითაღდგენა არ არის უცხო კონცეფცია და ის არის მიღებული, როგორც რეგენერაციული მექანიზმი ქსოვილებში, როგორცაა ნაწლავის ეპითელიუმი, ძვლის ტვინი და კანი. ამ ქსოვილების თითქმის მუდმივი თვითაღდგენა

დაკავშირებულია ქსოვილის სპეციფიკურ ზრდასრული ღეროვანი უჯრედების პოპულაციებთან, რომელთა დერეგულაცია ასოცირდება სხვადასხვა დაავადებებთან და კიბოსთან. მიუხედავად იმისა, რომ ეს იყო ფიზიოლოგიურად ყველაზე აშკარა ქსოვილები, რომლებშიც შეიძლება მოხდეს ღეროვანი უჯრედების თვითაღდგენა, ზრდასრული ღეროვანი უჯრედების პოპულაციები ასევე გამოვლენილია და ხასიათდება ბადურაზე, პანკრეასში, ღვიძლში, ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში და ჩონჩხის კუნთებში.

ASC-ების ყველაზე ინტენსიურად შესწავლილი პოპულაციებია ჰემატოპოეტური და მეზენქიმული ღეროვანი უჯრედები (HSCs და MSCs). HSCs არის წინამორბედი ხაზი, რომელიც აწარმოებს ყველა მომწიფებულ სისხლის უჯრედს ორგანიზმის სიცოცხლის განმავლობაში. თავდაპირველად აღინიშნა, რომ HSC პოპულაცია შეიცავდა ღეროვანი უჯრედების ორ პოპულაციას, რომლებიც განსხვავებულად რეაგირებდნენ რადიაციაზე. ციკლური მოძრავი პოპულაცია ვერ ახერხებდა დნმ-ის დაზიანების გამოსწორებას და წარმოქმნიდა ტვინის მწვავე უკმარისობას, მაშინ როდესაც უფრო პრიმიტიული მშვიდი პოპულაცია, როგორც ჩანს, აღადგენდა რადიაციით გამოწვეულ დაზიანებას. ეს დასკვნები შემდგომში იქნა მხარდაჭერილი და ასახავს HSC-ების კლასიფიკაციას ორ შემდეგ ჯგუფად: გრძელვადიანი აღდგენადი HSCs (LTR-HSCs), რომლებიც ძირითადად გვხვდება მშვიდ მდგომარეობაში და მოკლევადიანი აღდგენადი HSCs (STR-HSCs). რომლებიც გადიან ჰემატოპოეზს, რომელიც უზრუნველყოფს მომწიფებულ სისხლის უჯრედების ყოველდღიურ შევსებას. ეს მექანიზმი, რომელიც HSC-ებმა მიიღეს, მისცა საშუალება LTR-HSC-ების წინამორბედ პოპულაციას შეენარჩუნებინათ გენომიური მთლიანობა შემცირებული რეპლიკაციის მოვლენებით. MSC არის უჯრედული პოპულაცია, რომელიც გვხვდება ძვლის ტვინში HSC-ებთან ერთად, რომლებიც დიფერენცირდებიან მეზენქიმული ხაზის უჯრედებად, მათ შორის ძვლის, ხრტილის, ცხიმის, შემაერთებელი ქსოვილის, კუნთისა და ტვინის სტრომის ჩათვლით. MSC პოპულაცია საკმაოდ ჰეტეროგენულია და ახლახან აღწერილია მრავალი პრე-MSC ხაზი: MAPC, hBMSC, USSC, FSSC, AFS, MIAMI უჯრედები, hFLMPC და MASC. ნაჩვენებია, რომ პრე-MSC-ები განასხვავებენ და ქმნიან სამ ჩანასახოვან ფენას, უფრო მეტიც, ნაჩვენებია, რომ მრავალი ხაზი მრავლდება ტელომერების შემცირების გარეშე. ეს ხაზები მეტყველებს განვითარების, რეგენერაციის და თვითაღდგენის მექანიზმების სირთულეზე, რომელიც ჯერ კიდევ არ არის კარგად განსაზღვრული.

გარდა ჰემატოპოეზური და მეზენქიმული ღეროვანი უჯრედებისა (HSCs და MSCs) იდენტიფიცირებული ზრდასრული ღეროვანი უჯრედების პოპულაციები მძიმე იყო შესასწავლად, უჯრედების იზოლირებისა და კულტივირების სირთულეების გამო in vitro. მათი აღმოჩენის დღიდან გაირკვა, რომ ზრდასრული ღეროვანი უჯრედები ბინადრობენ ნიშებში, რომლებიც ამარაგებენ უჯრედებს ზრდის აუცილებელ ფაქტორებს და სტიმულაციასაც ახდენენ თვითგანახლებისა და პროლიფერაციისთვის. როდესაც ეს ზრდის ფაქტორები გამოიყენება in vitro კულტურის პირობებში, შესაძლებელია მიიღებულ იქნას სიცოცხლისუნარიანი ზრდასრული ღეროვანი უჯრედების კულტურა. თუმცა, ჯერ კიდევ შეზღუდულია ამ ზრდასრული ღეროვანი უჯრედების პოპულაციებისა და მათი თვისებების გაგება.

გენომიკურმა კვლევებმა, მიკრო მასივის ტექნოლოგიის გამოყენებით, გამოავლინა

მოლეკულური ხელმოწერები ღეროვანი უჯრედების კონკრეტული და მრავალფეროვანი პოპულაციისთვის. აღმოჩნდა, რომ კონკრეტული გენები მოიცავს როგორც ESC-ებს, ასევე ზრდასრული ღეროვანი უჯრედების მრავალფეროვან ხაზებს. ამ კვლევებმა დაასკვნა, რომ მიუხედავად იმისა, რომ ამ გენების უმეტესობა ყველგან იყო გამოხატული სხვა ქსოვილებში, ამ ჯგუფის ქვეჯგუფი შეიძლება წარმოადგენდეს ღეროვანი უჯრედების ზოგად ზრდასა და შენარჩუნებაში ჩართულ გენებს. Rossi et al. ოლიგონუკლეოტიდური მიკროჩიპის გამოყენებით, გამოვლინეს 34000 გენიდან 907, რომლებიც მნიშვნელოვნად განსხვავებულად იყო გამოხატული ახალგაზრდა და ძველი თაგვების HSC-ებს შორის, თექვსმეტი გენი, რომლებიც უფრო მეტად გამოხატული იყო ხანდაზმულ ცხოველებში, იყო ჩართული ადამიანის ლეიკემიაში. მსგავსმა კვლევამ აჩვენა, რომ ფუნქციური კატეგორიის გენები დნმ-ის აღმდგენი, ქრომატინის რემოდელირებისა და გაჩუმების გენები ნაკლებად იყო გამოხატული ასაკოვანი ცხოველების HSC-ებში. ეს აღმოჩენები შეიძლება მიუთითებდეს გენეტიკურ და ეპიგენეტიკურ ცვლილებებზე, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან ახალგაზრდა და ხანდაზმულ HSC-ებს შორის დაფიქსირებულ განსხვავებებზე.

ზრდასრული ღეროვანი უჯრედები და მათი უჯრედული ციკლის რეგულირება

ზრდასრული ღეროვანი უჯრედები, რომლებიც განსხვავდება ES უჯრედებისგან, ინარჩუნებენ მშვიდ მდგომარეობას *in vivo*, თუ ისინი არ არიან სტიმულირებული ქსოვილის დაზიანებით ან რეგენერაციული სიგნალებით დიფერენციაციის მიზნით. ნორმალურად გაყოფილ უჯრედებში, რომლებიც შედიან მშვიდ მდგომარეობაში, ხდება CDK ინჰიბიტორების ზერეგულაცია, რომლებიც აფერხებენ CDK-ების კინაზას აქტივობას, ეფექტურად ბლოკავს უჯრედების პროლიფერაციას. გარდა ამისა, CDK ინჰიბიტორის ექსპრესია საკმარისია პროლიფერაციის დასათრგუნავად. CDK ინჰიბიტორის ექსპრესია გვხვდება მდუმარე ASC-ებში და დაქვეითებისას შეიძლება გამოიწვიოს HSC-ებში პროლიფერაცია და დიფერენციაცია.

სამწუხაროდ, ამჟამად ხელმისაწვდომი მონაცემების შეზღუდვების გამო, შეუძლებელია ASC უჯრედის ციკლის დეტალური მოდელის აგება. ESC მოდელის მიხედვით, მიჩნეულია, რომ G1 ფაზა და R წერტილი გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს თვითგანახლებასა და დიფერენციაციას შორის გადაწყვეტილების მიღებაში, ისევე როგორც დიფერენციაციის მიმართულებას. როგორც ჩანს, მონაცემების დიდი ნაწილი ვარაუდობს, რომ უჯრედული ციკლის მარეგულირებელი მექანიზმები გარედან არის მოწოდებული ფიჭური მიკროგარემოდან, ნიშიდან. თუმცა, მეტი გამოკვლევა იქნება საჭირო, სანამ ჩვენ შევძლებთ ჭეშმარიტად გავიგოთ მარეგულირებელი ცილის მექანიზმების როლები, რომლებიც აღიარებულია კლასიკური უჯრედის ციკლის მოდელის მსგავსად.

ზრდასრული ღეროვანი უჯრედების დაბერება და შენარჩუნება

ღეროვანი უჯრედების თვითგანახლება გადამწყვეტია მათი სიცოცხლის განმავლობაში მდგრადობისთვის, თუმცა ამ მახასიათებლის შენარჩუნების უნარი ასაკთან ერთად მცირდება. თვითგანახლების გზის შენარჩუნების დაქვეითება ითვლება დაბერების ერთ-ერთ მთავარ მექანიზმად. p16 Ink4a, ციკლინდამოკიდებული კინაზას ინჰიბიტორი, ხელს უწყობს Rb/p105 აქტივაციას და ასოცირდება დაბერების გზის გააქტიურებასთან. ახლახან მას მიეწერა

დეროვანი უჯრედების დაბერება და თვითგანახლების თვისებების დაკარგვა. ნაყოფის დეროვანი უჯრედების პოპულაციებში არ არსებობს p16Ink4a- ს შესამჩნევი გამოხატულება, თუმცა p16Ink4a ექსპრესიის მზარდი დონე გამოვლინდა დაბერებული ქსოვილების დეროვან უჯრედებში.

INK4a /ARF სიმსივნის სუპრესორული ლოკუსი კოდირებს p16Ink4a და p19Arf , რომლებიც მოქმედებენ შესაბამისად Rb და p53 უჯრედების სიკვდილის გზების მეშვეობით. INK4a /ARF ლოკუსი გააქტიურებულია ქსოვილებში ონკოგენური სტრესის პირობებში, როგორცაა დნმ-ის დაზიანება და ტელომერების შემცირება. p16 Ink4a შემდეგ მოქმედებს ციკლინის D1 - CDK4, ციკლინ D2 - CDK4 და ციკლინის D3 - CDK6 კინაზის აქტივობის ინჰიბირებაზე. D ტიპის ციკლინი და CDK კომპლექსები ფოსფორილირებენ Rb/p105, როდესაც ჰიპოფოსფორილირებულ ფორმაში Rb/p105 უკავშირდება E2F-1, 2, 3, და 4-ს და ბლოკავს მათ აქტივობას, როგორც ტრანსკრიპციული აქტივატორები. E2F სამიზნე გენები საჭიროა უჯრედული ციკლის პროგრესირებისთვის და მათი ტრანსკრიპციული რეპრესია იწვევს G1 უჯრედული ციკლის გაჩერებას და საბოლოო რეპლიკაციურ დაბერებას. p19Arf ურთიერთქმედებს p53-თან, რაც იწვევს p53-დამოკიდებულ უჯრედულ სიკვდილს ან აპოპტოზს. p19Arf-ს ასევე შეუძლია შეანელოს უჯრედული ციკლი და გამოიწვიოს დაბერება. p16Ink4a-ს მსგავსად , p19Arf არ არის გამოხატული ნაყოფის დეროვან უჯრედებში, მაგრამ აღმოჩნდა, რომ იზრდება დაბერებულ დეროვან უჯრედებში.

მათი რეპლიკაციური და თვითგანახლების პოტენციალის შესანარჩუნებლად დეროვან უჯრედებს აქვთ მექანიზმები, რომლებიც ახშობენ უჯრედების სიკვდილის გზების აქტივაციას. ნაჩვენებია, რომ Bmi-1 ხელს უწყობს დეროვან უჯრედებში თვითგანახლებას p16Ink4a და p19Arf- ის ექსპრესიის დათრგუნვა INK4a/ARF ლოკუსის უარყოფითი რეგულირების გზით. Bmi-1 -/- ნერვულ დეროვან უჯრედებში მოლოფსკიმ და კოლეგებმა აღმოაჩინეს p16Ink4a-ს გადაჭარბებული გამოხატვა და პროლიფერაციის შემცირება. Park- მა და კოლეგებმა დაადგინეს, რომ Bmi-1 აუცილებელია HSC-ების თვითგანახლებისთვის. მათ გამოიყენეს Bmi-1 -/- თავის მოდელი და აჩვენეს, რომ იყო P16Ink4a და p19Arf ექსპრესიის ზრდა HSC-ებში, რამაც გამოიწვია პროლიფერაციის შეჩერება და p53-დამოკიდებული უჯრედების სიკვდილი. Bmi-1 -/- უჯრედებში P16Ink4a ექსპრესიის შემდგომმა დაკარგვამ შეძლო ნაწილობრივ შენარჩუნებინა დეროვანი უჯრედების თვითგანახლების უნარი.

Bmi-1 არის Polycomb ჯგუფის (PcG) RING თითის ცილა, რომელიც დაკავშირებულია მრავალპროტეინულ PcG კომპლექსთან PRC1. PRC1 არის კომპლექსი, რომელიც ინარჩუნებს ჰეტეროქრომატინის რეპრესიულ მდგომარეობას ჰისტონური ცილის კომპლექსების შეცვლით. იგი მოიცავს Pcgf, Ring1, Phc და Cbx კომპონენტების მინიმუმ ერთ პარალოგს. PRC2 არის მეორე კომპლექსი, რომელიც შეიძლება ასოცირებული იყოს ჰეტეროქრომატინთან. ვარაუდობენ, რომ ორივე PRC1 და PRC2 მოქმედებს დეროვანი უჯრედების თვითგანახლებისთვის საჭირო ჰეტეროქრომატული სტრუქტურის შესანარჩუნებლად და ასაკთან ერთად ითვლება, რომ ეს მექანიზმები ხდება არაადეკვატური და შეიძლება გამოიწვიოს დეროვანი უჯრედების პოპულაციების ნეოპლასტიური ტრანსფორმაცია. PRC2-ისთვის მუტანტის ESC-ებში, არსებობს თვითგანახლების არადიფერენცირებული მდგომარეობის შენარჩუნების უნარის დაკარგვა. გარდა ამისა, ორივე PRC1 და PRC2

ნაჩვენებია, რომ ურთიერთდამოკიდებულნი არიან ღეროვანი უჯრედების თვითგანახლებასა და კიბოს განვითარებაზე მათი ეფექტებით.

მსგავს კვლევებში აღმოჩნდა, რომ სხვა PcG პროტეინები გავლენას ახდენენ დაბერებულ ღეროვან უჯრედებში INK4a/ARF ლოკუსზე. Jacobs და კოლეგები აჩვენებენ, რომ Mel-18 და Cbx7 არეგულირებენ INK4a/ARF ლოკუსს. Cbx7 არის PcG ცილა, რომელიც ეხმარება PRC1-ის ფორმირებას, დამოუკიდებლად აღმოჩნდა, რომ ეს ცილა ახანგრძლივებს პირველადი ადამიანის უჯრედული ხაზების სიცოცხლის ხანგრძლივობას. თავის ფიბრობლასტებში შეყვანისას, Cbx7 შეიძლება გამოიწვიოს უჯრედული ხაზის უკვდავება INK4a/ARF ლოკუსის დაქვეითების და p16Ink4a/Rb და p19Arf/p53 სიმსივნის სუპრესორული გზების ჩარევით.

ASC თვითგანახლების უნარის ასაკზე დამოკიდებული დაქვეითება დაკავშირებულია სხვადასხვა ტრანსკრიპციულ რეგულატორებთან, გარდა PcG ცილების ზემოთ განხილული.

Nishino და კოლეგებმა აღმოაჩინეს Hmga2-ის მონაწილეობა ღეროვანი უჯრედების თვითგანახლებაში. Hmga2 არის ტრანსკრიპციის მარეგულირებელი და აღმოჩნდა, რომ იგი ძალიან გამოხატულია ახალგაზრდა ნერვული ღეროვანი უჯრედების პოპულაციაში თავგებში. მისი გამოხატულება ასაკთან ერთად მცირდება და ითვლება, რომ რეგულირდება მიკრორნმ let-7b-ით. Let-7b-ის ინდუცირებულმა ექსპრესიამ ღეროვან უჯრედებში Hmga2-ის მაღალი დონით, აჩვენა Hmga2 დონის შემცირება თვითგანახლების უნარის დაქვეითებასთან შესაბამისობაში. ეს შეესაბამებოდა p16 Ink4a-სა და p19 Arf- ის გაზრდილ ექსპრესიას. გარდა ამისა, თავგებში Hmga2- ის დეფიციტი იყო შემცირებული ღეროვანი უჯრედების რაოდენობა და თვითგანახლება ნაყოფისა და ახალგაზრდა ზრდასრული თავგების ცენტრალურ და პერიფერიულ ნერვულ სისტემაში.

იმის გამო, რომ ASC უჯრედული ციკლის რეგულირება ჯერ კიდევ ბოლომდე არ არის გასაგები და იმის გამო, რომ INK4a/ARF ლოკუსი, როგორც ჩანს, თამაშობს დაბერებულ ASC-ებში, ჩვენ ჩავატარეთ კვლევა ვირთხების MSC-ების დაბერების შესახებ in vitro . Rb ოჯახის ცილების გამოხატვის დონეები. ჩვენ დავაკვირდით, რომ დაბერების ინდუქცია ასოცირებული იყო ღეროვანი უჯრედების თვითგანახლებაში ჩართული გენების ექსპრესიის შემცირებასთან, დნმ-ის დაზიანების აღდგენის გენებთან, p107 და Rb/p105. თუმცა, Rb2/p130 გამოხატულება საოცრად გაიზარდა MSC-ებში დაბერების დროს. ეს ვარაუდობს, რომ Rb2/p130 მნიშვნელოვან როლს ასრულებს MSC სპეციფიკურ დაბერებაში და/ან დაბერებაში. ადრე ნაჩვენები იყო, რომ Rb2/p130-ს შეუძლია დაუკავშირდეს HDAC1-ს, რომელიც თრგუნავს E2F-დამოკიდებულ გენის ექსპრესიას, როგორცაა ციკლინი A, რაც საბოლოოდ იწვევს G 0 ზრდის შეჩერებას, რაც მხარს უჭერს შესაძლებლობას, რომ Rb2/p130 უფრო გლობალური როლი ჰქონდეს უჯრედულ დაბერებაში.

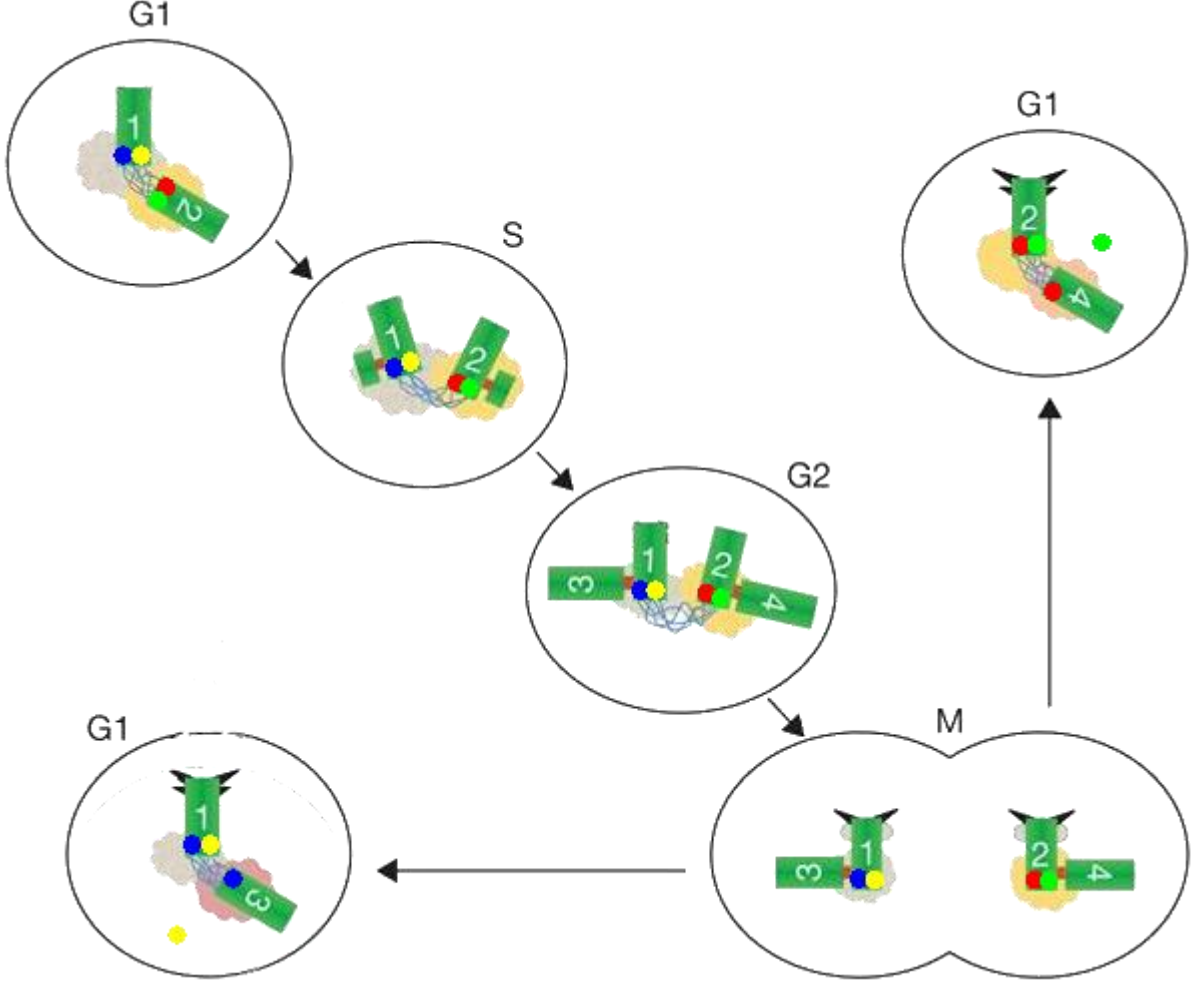
გასული ათწლეულის განმავლობაში მტკიცებულებები დამკვიდრდა ჰიპოთეზის სასარგებლოდ, რომ ღეროვანი უჯრედების თვითგანახლება რეგულირდება ჰეტეროქრომატინის კონფორმაციის მეშვეობით PcG ცილის კომპლექსების კონტროლის ქვეშ. როგორც ჩანს, ეს რეგულაცია თრგუნავს INK4a/ARF ლოკუსს, რითაც აფერხებს სიმსივნის სუპრესიული მექანიზმების პროგრესირებას, როგორცაა დაბერება და აპოპტოზი. თუმცა, სხვა მარეგულირებელი მექანიზმები არსებობს, როგორც ჩანს Hmga2, let-7b და Rb2/p130, ამიტომ ამბავი შორს არის ბოლომდე. როგორც ჩანს, ღეროვანი უჯრედების მიერ

თვითგანახლების უნარის შენარჩუნების აუცილებლობა დაბალანსებულია უკონტროლო პროლიფერაციაში შესვლის რისკთან და შესაძლოა კიბოსთან. საჭიროა დამატებითი კვლევები იმის გასარკვევად, თუ როგორ თამაშობენ ეს მექანიზმები ღეროვანი უჯრედების თვითგანახლებაში, შენარჩუნებასა და დაბერებაში.

დისკუსია

არსებული შედეგები და აღმოჩენები არაა საკმარისი იმისათვის, რომ აიხსნას თუ რატომ ხდება ღეროვანი უჯრედების გაყოფის ტემპის დავარდნა ასაკთან ერთად. ორგანიზმის დაბერების ცენტრიოლარული თეორია (Tkemaladze et al., 2001-2024) ეყრდნობა იმ ფაქტს, რომ ასიმეტრიული გაყოფის შემდეგ შთამომავალი უჯრედი, რომელიც ინარჩუნებს ღეროვან თვისებებს, შერჩევითად ღებულობს ძველ ცენტრიოლს (სურათი 2).

სურათი 2



ძველი ცენტრიოლის შერჩევითი გადანაწილება დიფერენციაციის სავარაუდო ინდუქტორების ასიმეტრიული გადანაწილების გამო. სურათის ზედა მარცხენა მხარეს ასახულია G1 ფაზაში მყოფი ტოტიპოტენტური ზიგოტა/ზლასტი, რომელშიც *de novo* აწყობილი ცენტრიოლებია ნომრებით '1' და '2'. აღქმის სიმარტივისთვის დიფერენციაციის ინდუქტორები ასახულია რაოდენობრივად მხოლოდ ორით- თითო, ორი ინდუქტორისაგან შემდგარი განსხვავებული კომპლექტი მიმაგრებულია შესაბამის ცენტრიოლზე/ცენტრიოლში. თითო *de novo* შეკრებილი ცენტრიოლი სავარაუდოდ შეიცავს განსხვავებულ დიფერენციაციის ინდუქტორებს, რაც ასახულია ფერებით- ლურჯი და ყვითელი ცენტრიოლ

1 ში/ზე, წითელი და მწვანე ცენტრიოლ 2 ში/ზე. დედობრივი უჯრედის გაყოფისას შვილობილ უჯრედებში აღმოჩნდებიან სხვა და სხვა ცენტრიოლები შესაბამისი დიფერენციაციის ინდუქტორებთან ერთად. შემდგომ, სავარაუდოდ ხდება დიფერენციაციის ინდუქტორების დუბლიკაცია შვილობილი უჯრედის G1 ფაზაში. ასიმეტრიულ გაყოფისას სავარაუდოდ ხდება დიფერენციაციის ინდუქტორების დუბლიკაცია ახალ (შვილობილ) და ასაკით მცირე, შვილობილ ცენტრიოლზე/ცენტრიოლში მიმაგრება. სავარაუდოდ შვილობილ ცენტრიოლზე დიფერენციაციის ინდუქტორები სრული რაოდენობით არ მაგრდებიან. სავარაუდოდ ერთი ინდუქტორი წყდება და თიშავს აქტიურ გენურ ქსელს და ააქტიურებს სხვა შესაბამის გენურ ქსელს. ძველი ცენტრიოლი (ცენტრიოლი 1) შერჩევითად ხვდება იმ შვილობილ უჯრედში, რადგან ეს ძველი ცენტრიოლი ინარჩუნებს დიფერენციაციის ინდუქტორების სრულ კომპლექსს- ანუ ღეროვანი პოტენციალი შთამომავალ უჯრედს არ ეზღუდება.

ორგანიზმში მუდმივად მიმდინარეობს უჯრედებში ძველი მოლეკულების, სტრუქტურების დაშლა და მათი ახალით ჩანაცვლება. ქსოვილებში მუდმივად ხდება ძველი უჯრედების მოცილება და მათი ახალი უჯრედებით ცანაცვლება. ორგანიზმი ებრძვის ენტროპიას. გარდა ერთი ადგილისა უჯრედში- ცენტრიოლებისა, რომლებიც უჯრედში არ იშლებიან და მეტიც, ღეროვან უჯრედებში მიმდინარეობს ძველი ცენტრიოლების დაგროვება. ძველი ცენტრიოლი ახალთან შედარებით ნაკლებად ფუნქციური უნდა იყოს. სამწუხაროდ პირდაპირი ექსპერიმენტები, რომელიც ამ მოსალოდნელ შედეგს დაადასტურებდა, არ არის ჩატარებული. თუმცა ახალგაზრდა ორგანიზმიდან გადანერგილი ASC- ები ხანდაზმულ ორგანიზმში იძლევა გაახალგაზრდავების ეფექტს. ასევე ახალგაზრდა და ხანდაზმული ორგანიზმების პარაბიოზი არ აახალგაზრდავებს ხანდაზმულ ორგანიზმს. ანუ გაახალგაზრდავება არ მიიღწევა სისხლში მყოფი მოლეკულებით/ უჯრედებით და მიიღწევა ღეროვანი უჯრედებით. ამას თვალსაჩინო მიზეზი აქვს- ახალგაზრდა ორგანიზმში ღეროვანი უჯრედები იყოფიან უფრო სწრაფად, ვიდრე ხანდაზმულ ორგანიზმში. და ახალგაზრდასთან პარაბიოზს არ შეუძლია ააჩქაროს ხანდაზმულის ღეროვანი უჯრედების გაყოფის ტემპი. ანუ ახალგაზრდა ორგანიზმის ღეროვანი უჯრედები შეიცავენ სტრუქტურას, როემლზეც დამოკიდებულია მათი გაყოფის ტემპი/ ფუნქციები- როგორც ცნობილია, ღეროვან უჯრედებში შერჩევითად გროვდება ძველი ცენტრიოლები და ასევე ცენტრიოლების რეპარაცია უჯრედებში არ ხდება.

დასკვნა

არსებობს დამაჯერებელი რწმენა, რომ ორგანიზმის დაბერება დაკავშირებულია ASC- ების მისრწნასთან და ფუნქციების დაკარგვასთან. განსაკუთრებით თვალსაჩინოა მათი გაყოფის ტემპის დაქვეითება, რაც ანელებს უჯრედების თვითაღდგენას ქსოვილებში. მონაცემები მხარს უჭერს ASC-ებში მიხრწნის როლს, როგორც ორგანიზმის დაბერების მთავარ მექანიზმს. ამ გზების გარკვევამ და სიღრმისეულმა გააზრებამ შეიძლება გამოავლინოს საჭირო თერაპიული პოტენციალი, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც დაბერების, ასევე ასაკთან დაკავშირებული დაავადებების მკურნალობისას.

1. Chichinadze, K., Lazarashvili, A., & Tkemaladze, J. (2013). RNA in centrosomes: structure and possible functions. *Protoplasma*, 250(1), 397-405.
2. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). A new class of RNAs and the centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology*, 2(4), 287-291.
3. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). Discovery of centrosomal RNA and centrosomal hypothesis of cellular ageing and differentiation. *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids*, 31(3), 172-183.
4. Chichinadze, K., Tkemaladze, D., & Lazarashvili, A. (2012). New class of RNA and centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 25(1), 23-28.
5. Chichinadze, K. N., & Tkemaladze, D. V. (2008). Centrosomal hypothesis of cellular aging and differentiation. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 21(3), 367-371.
6. Erceg Ivkošić I, Fureš R, Ćosić V, Mikelin N, Bulić L, Dobranić D, Brlek P, Primorac D. Unlocking the Potential of Mesenchymal Stem Cells in Gynecology: Where Are We Now? (2023) *Journal of Personalized Medicine*; 13(8):1253. <https://doi.org/10.3390/jpm13081253>
7. Jaba, T. (2022). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration yields senolytic effect in humans. *Issues and Developments in Medicine and Medical Research Vol. 2*, 22-31.
8. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Microelementoses - history and current status. *Junior Researchers*, 2(2), 108–125. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.11>
9. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). The planaria *Schmidtea mediterranea* as a model system for the study of stem cell biology. *Junior Researchers*, 1(1), 194–218. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.20>
10. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). Comparative Analysis of drugs that improve the Quality of Life and Life Expectancy. *Junior Researchers*, 1(1), 184–193. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.19>
11. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Balneology in Georgia: traditions and modern situation. *Junior Researchers*, 2(2), 78–97. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.09>
12. Lezhava, T., Monaselidze, J., Jokhadze, T., Kakauridze, N., Khodeli, N., Rogava, M., Tkemaladze, J., ... & Gaiozishvili, M. (2011). Gerontology research in Georgia. *Biogerontology*, 12, 87-91. doi: 10.1007/s10522-010-9283-6. Epub 2010 May 18. PMID: 20480236; PMCID: PMC3063552
13. Lezhava, T., Monaselidze, J., Jokhadze, T., Kakauridze, N., Khodeli, N., Rogava, M., Tkemaladze, J., ... & Gaiozishvili, M. (2011). Gerontology research in Georgia. *Biogerontology*, 12, 87-91. doi: 10.1007/s10522-010-9283-6. Epub 2010 May 18. PMID: 20480236; PMCID: PMC3063552
14. Matsaberidze, M., Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Chichinadze, K., & Tkemaladze, J. (2017). TO TOPOLOGY OF ANTI-TERRORIST AND ANTI-CRIMINAL TECHNOLOGY FOR EDUCATIONAL PROGRAMS. *International Journal of Terrorism & Political Hot Spots*, 12.

15. Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Matsaberidze, M., Chkhartishvili, L., Chichinadze, K., Tkemaladze, J., ... & Azmaiparashvili, Z. (2019). SYSTEM COMPONENTS OF HEALTH AND INNOVATION FOR THE ORGANIZATION OF NANO-BIOMEDIC ECOSYSTEM TECHNOLOGICAL PLATFORM. *Current Politics and Economics of Russia, Eastern and Central Europe*, 34(2/3), 299-305.
16. Tkemaladze, J. (2024). Absence of centrioles and regenerative potential of planaria. *Georgian Scientists*, 6(4), 59–75. doi: <https://doi.org/10.52340/gS.2024.06.04.08>
17. Tkemaladze, J. (2024). Main causes of intelligence decrease and prospects for treatment. *Georgian Scientists*, 6(2), 425–432. doi: <https://doi.org/10.52340/gS.2024.06.02.44>
18. Tkemaladze, J. (2024). Cell center and the problem of accumulation of oldest centrioles in stem cells. *Georgian Scientists*, 6(2), 304–322. doi: <https://doi.org/10.52340/gS.2024.06.02.32>
19. Tkemaladze, J., & Samanishvili, T. (2024). Mineral ice cream improves recovery of muscle functions after exercise. *Georgian Scientists*, 6(2), 36–50. doi: <https://doi.org/10.52340/gS.2024.06.02.04>
20. Tkemaladze J. Editorial: Molecular mechanism of ageing and therapeutic advances through targeting glycativ and oxidative stress. *Front Pharmacol*. 2024 Mar 6;14:1324446. doi: 10.3389/fphar.2023.1324446. PMID: 38510429; PMCID: PMC10953819.
21. Tkemaladze, Jaba and Kipshidze, Mariam, Regeneration Potential of the Schmidtea Mediterranea CIW4 Planarian. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4633202> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4633202>
22. Tkemaladze, J. (2023). Is the selective accumulation of oldest centrioles in stem cells the main cause of organism ageing?. *Georgian Scientists*, 5(3), 216–235. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.22>
23. Tkemaladze, J. (2023). Cross-senolytic effects of dasatinib and quercetin in humans. *Georgian Scientists*, 5(3), 138–152. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.15>
24. Tkemaladze, J. (2023). Structure and possible functions of centriolar RNA with reference to the centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 156–170. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.17>
25. Tkemaladze, J. (2023). The centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 123–141. doi: 10.52340/2023.01.01.15
26. Tkemaladze, J. (2023). Reduction, proliferation, and differentiation defects of stem cells over time: a consequence of selective accumulation of old centrioles in the stem cells?. *Molecular Biology Reports*, 50(3), 2751-2761.
27. Tkemaladze, J. Long-Term Differences between Regenerations of Head and Tail Fragments in Schmidtea Mediterranea Ciw4. Available at SSRN 4257823.
28. Tkemaladze, J., & Apkhazava, D. (2019). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration improves physical capacity in human. *J Biomedical Sci*, 8(3), 3.
29. Tkemaladze, J., Tavartkiladze, A., & Chichinadze, K. (2012). Programming and Implementation of Age-Related Changes. In *Senescence*. IntechOpen.

30. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2010). Centriole, differentiation, and senescence. *Rejuvenation research*, 13(2-3), 339-342.
31. Tkemaladze, J. V., & Chichinadze, K. N. (2005). Centriolar mechanisms of differentiation and replicative aging of higher animal cells. *Biochemistry (Moscow)*, 70, 1288-1303.
32. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2005). Potential role of centrioles in determining the morphogenetic status of animal somatic cells. *Cell biology international*, 29(5), 370-374.
33. Прангишвили, А. И., Гаситашвили, З. А., Мацаберидзе, М. И., Чичинадзе, К. Н., Ткемаладзе, Д. В., & Азмайпарашвили, З. А. (2017). К топологии антитеррористических и антикриминальных технологии для образовательных программ. В научном издании представлены материалы Десятой международной научно-технической конференции «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016)» по следующим направлениям:• Проблемы управления развитием крупномасштабных систем, включая ТНК, Госхолдин-ги и Гос-корпорации., 284.
34. Ткемаладзе, Д., Цомаиа, Г., & Жоржوليани, И. (2001). Создание искусственных самоадаптирующихся систем на основе Теории Прогноза. *Искусственный интеллект. УДК 004.89. Искусственный интеллект. УДК 004.89.*

The rate of stem cell division decreases with age

Jaba Tkemaladze¹

¹Research Director, Longevity Clinic Georgia Inc. jtkemaladze@longevity.ge

Abstract

Intracellular repair and protection mechanisms determine the lifespan of an individual cell. Somatic stem cells determine the lifespan of all tissues and thus play an important role in the aging process of the body. Stem cells possess extensive self-renewal properties, but there is considerable evidence of their decline and erosion over time. The reason why the rate of division of stem cells decreases after each division is not yet determined. Interestingly, stem cells during asymmetric division selectively accumulate, on the one hand, newer molecules and structures, and on the other hand, older centrioles.

Keywords: stem cells; differentiation; ESC; ASC; apoptosis; ontogenesis; self recovery; senescence; aging



ციტრუსოვანთა (Citrus) ბიომრავალფეროვნება და ჯიშთშექმნა - კონსერვაციის ზოგიერთი საკითხი

ზურაბ ზუკია

სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი, ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ალ.ნათიშვილის მორფოლოგიის ინსტიტუტი; თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ვლ.ბახუტაშვილის სახელობის სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი.

თბილისი, საქართველო. zurabukia@gmail.com

აბსტრაქტი:

მცენარის ჯიშების ბიომრავალფეროვნება საქართველოს ფლორისტული ლანდშაფტის მნიშვნელოვანი შემადგენელია. მცენარე, როგორც ბიოცენოზის ერთ-ერთი შეუცვლელი კომპონენტი, კოსმიური როლისა და ადამიანის ყოფითი ღირებულებისთვის მნიშვნელობის გარდა, გვევლინება, როგორც აგროსასურსათო სექტორის ძირითადი ფიგურა.

ნაშრომი, ზოგადად, მცენარეთა ბიომრავალფეროვნებას ეხება. გატარებულია აზრი იმის შესახებ, რომ ჩვენთვის, სხვა მრავალთაგან, საინტერესოა ციტრუსოვანი კულტურები და მათი ბიომრავალფეროვნება, გამოწვეული სხვადასხვა ფაქტორებითა და გენეტიკური მიდრეკილებით მუტაცია - ცვალებადობისაკენ.

ნაშრომში მოტანილი მასალა დაფუძნებულია კვლევების თანამედროვე მეთოდოლოგიაზე. მთავარი აქცენტი კეთდება იმაზე, რომ ციტრუსოვანი კულტურების (ლიმონი - *Citrus Limon* Burm., მანდარინი - *Citrus Reticulata* Bl., ფორთოხალი - *Citrus Sinensis*(L.) Osb., გრეიპფრუტი - *Citrus Paradisi* Macf.) უამრავი ჯიში და ფორმა მიღებულია ევოლუციის პროცესის (ცვალებადობა, მემკვიდრეობა, გამორჩევა), ბუნებრივ პირობებთან ადაპტირებისა და შეგნებული სელექციის კვალობაზე.

ციტრუსოვანთა ბიოლოგიური თვისებები და სელექციის აპრობირებული მეთოდები ქმნიან მყარ თეორიულ და პრაქტიკულ საფუძველს ფორმათა მრავალფეროვნების მისაღებად.

საქართველოს ფლორისტულ ლანდშაფტში ციტრუსოვანთა წარმატებით ჩართული მრავალრიცხოვანი ჯიშებისა და ფორმების შენარჩუნება - კონსერვაცია და მათი არეალის შესაძლო გაფართოებისათვის პრაქტიკული ღონისძიებანი დადებითად წაადგება ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტასაც.

ციტრუსოვანთა მეთოდური სელექციის დაწყებიდან დღემდე არსებული თეორიული, პრაქტიკული მასალა და არსებული გამოცდილება მყარი საფუძველია ამოცანის წარმატებით გადაჭრისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ციტრუსოვნები, ჯიშთშექმნა, ბიომრავალფეროვნება, კონსერვაცია, ეკოლოგია.

ფლორა დღევანდელი განვითარების საფეხურზე მცენარეულ სახეობათა შემთხვევითი მრავალფეროვნება არაა. ის წარმოადგენს ერთ მთლიანს, რომლის ურიცხვი წევრი ერთმანეთთან ნათესაურ კავშირში იმყოფება და წინა გეოლოგიურ პერიოდებში არსებული მცენარეებისაგან წარმოიშვა.

ლიტერატურაში უხვადაა ცნობები მცენარეთა მრავალფეროვნების შესახებ. მიუხედავად მცენარეთა სამყაროს კვლევის დიდი წარმატებისა, საზოგადოება ჯერ კიდევ ვერ ფლობს ყველა ცნობას მცენარეთა მრავალფეროვნებაზე.

ფლორის მრავალრიცხოვან წარმომადგენელთა რიცხვი, დღევანდელი გამოკვლევებით, 500 ათასზე მეტ სახეობას ითვლის (სახეობა არის გარკვეული თვისობრიობა, რომელიც ამ თვისობრიობის სხვადასხვანაირი გარეგანი გამოვლენის ან თვისებების მქონე ცოცხალი ორგანიზმების სხვადასხვა ფორმათა ერთობლიობას მოიცავს. იგი წამოშობით მის წინამორბედ სახეობასთანაა დაკავშირებული, მასთან თვითონაც, სხვადასხვა პირობებში სხვა ახალ სახეობათა წარმოშობის პოტენციურ უნარს ატარებს და თავის არსებობით მისთვის საჭირო ბუნებრივი პირობებით განისაზღვრება) და მათი გავრცელების გეოგრაფია ძალზე ფართოა.

ჩვენთვის, სხვა მრავალთა შორის, საინტერესოა ციტრუსოვანი კულტურები და მათი ბიომრავალფეროვნება, გამოწვეული სხვადასხვა ფაქტორებითა და გენეტიკური მიდრეკილებით მუტაცია - ცვალებადობისკენ.

ციტრუსოვანი კულტურების ყველა სახის ხეხილის სამშობლოდ დე-კანდოლი ჩინეთს თვლიდა. მის ასეთნაირ მოსაზრებას ეთანხმებოდა ამერიკელი ციტროლოგი ვალტერ სვინგლიც. ეს უკანასკნელი საერთო წესიდან გამოთიშავდა ტროპიკულ ლიმონს - ლაიმს - *Citrus Aurantifolia*. ენგლერი ამ კონცეფციას უარყოფდა და მიაჩნდა, რომ ციტრუსოვანთა წარმოშობისა და მრავალგვარობის კერა მოიცავს აღმოსავლეთ ჰიმალაის, სამხრეთ ინდოეთს, ინდონეზიასა და სამხრეთ იაპონიას. ამ სქემაში ჩვენ ჩინეთს ვერ ვპოულობთ. გუკერი თავის „ინდოეთის ფლორაში“ ამტკიცებდა, რომ ციტრუსოვანთა ბუნებრივი გავრცელების კერა შედარებით უფრო ვიწროა. მისი აზრით, ის მოიცავს ადგილს ჰეროუს მერიდიანიდან - ჩიტაგონამდე და იუნანში- ჩინეთის საზღვრამდე.

ამ მეტად საინტერესო მცენარეებს ტროპიკული ტყის ფიტოცენოზიდან გათავისუფლების შემდეგ, ღია გრუნტში გაშენების პროცესში, სრულიად განსხვავებულ კლიმატურ პირობებში - ტენის, ნიადაგისა და ატმოსფეროს სხვადასხვა რეჟიმისას არ დაუკარგავთ ტროპიკული მცენარეებისათვის დამახასიათებელი თვისებები, მაგრამ ბუნებრივი შეჯვარების შედეგად (რისი საგრძნობი მიდრეკილებაც აქვთ) მიიღეს დიდი ბიოლოგიური პლასტიკურობა, შეგუების დიდი გაქანება დაბალი ტემპერატურის, ნიადაგისა და ჰაერის სიმშრალისადმი.

ციტრუსოვნები შორს რომ წავიდნენ სხვადასხვა თერმული რეჟიმისადმი შეგუების თვალსაზრისით, ამაზე მიუთითებს მონაცემები და მათი გავრცელების მასშტაბები.

ციტრუსოვანი კულტურების მიმართ წარმოებულმა ინტროდუქციის პრაქტიკამ დაარწმუნა ყველა, რომ ლიმონის, ფორთოხლისა და მანდარინის ადაპტირების ხარისხი

ძალიან მაღალია და მათი პერსპექტიული ჯიშები და ფორმები წარმოშობის ადგილიდან უფრო დამორეზულ არეალშიც გვევლინებიან (აშშ, ხმელთაშუა ზღვის სანაპირო, ჩინეთი, იაპონია, ინდონეზია, ევროპა).

ციტრუსოვანთა ახალი ფორმების ჩამოყალიბების ისტორიულ პროცესში თვალში საცემია ის ფაქტი, რომ არეალის შემდგომი გაფართოებისაკენ გზას იკვლევენ არა კულტურის, მოსავლიანობისა და პროდუქტიულობის ხარისხის მიხედვით საუკეთესო ფორმები, არამედ რომელიმე ნიადაგურ პირობებთან ნაკლებად შეგუებული, შედარებით საშუალო მონაცემების მქონენიც.

ციტრუსოვანი კულტურების (ლიმონი - *Citrus Limon* Burm., მანდარინი - *Citrus Reticulata* Bl., ფორთოხალი - *Citrus Sinensis* (L.) Osb., გრეიპფრუტი - *Citrus Paradisi* Macf.) ბიომრავალფეროვნება, მათი უამრავი ჯიში და ფორმა მიღებულია ევოლუციის პროცესის (ცვალებადობა, მემკვიდრეობა, გამორჩევა), ბუნებრივ პირობებთან ადაპტირებისა და შეგნებული სელექციის კვალობაზე.

ამ კულტურების მოვლა - მოშენებას ათასეული წლების ისტორია აქვს. ამდენივეს ითვლის მათზე სელექციური მუშაობის ისტორიაც (მეთოდური, ბუნებრივია, დიდად მოგვიანებით).

ძნელია დაასახელო რომელიმე კულტურა, რომელიც ასე მრავალფეროვანი ჯიშებითა და ფორმებით იყოს წარმოდგენილი, მაშინ, როცა მათი უმრავლესობის გარეული ფორმები არც ნამარხებში და არც ცოცხალი სახით ნანახი არაა. მათი კულტურის პირველად კერებში ისინი ძირითადად თესლით მრავლდებოდნენ და მათი მრავალფეროვნებაც ამით აიხსნება.

ამერიკელი ციტროლოგის - ვალტერ სვინგლის კლასიფიკაცია შესანიშნავად ხსნის ციტრუსოვნების ჯიშებისა და ფორმების სიმრავლეს:

ნარინჯოვანთა ქვეოჯახი (*Aurantioideae* Eng.) კიდევ ექვს ქვეოჯახთან ერთად ტეგანისებრთა (*Rutaceae*) ოჯახში შედის. ეს ქვეოჯახი მოიცავს სხვადასხვა სექციასა და გვარებში 250 სახეობას. ამ კლასიფიკაციის მიხედვით ეს სექცია 6 გვარს მოიცავს: ფორტუნელა - *Fortunella* Sw., ერემოციტრუსი - *Eremocitrus*, პონციტრუსი - *Poncirus*, კლიმენია - *Climenia*, მიკროციტრუსი - *Microcitrus* და ციტრუსი - *Citrus*. ეს უკანასკნელი კი ორ ტრიბად იყოფა: ეუციტრუსი (*Eucitrus*) და პაპედა (*Papeda*). პირველში ყველა კულტურული სახეობა თავმოყრილი (ციტრონი, ლიმონი, ლაიმი, ბიგარადია, ფორთოხალი, მანდარინი, პომპელმუსი, გრეიპფრუტი და, ორიც კიდევ, გარეული ციტრუსი (გარეული ციტრუსი - *C. indica* და *C. Tachibana*). პაპედაში (*Papeda*) შემავალი ყველა სახეობა (*Citrus ichangensis*, *Citrus latipes*, *Citrus micrantha*, *Citrus celebica*, *Citrus macropteris*, *Citrus hysrix*) გარეულია.

ამკულტურების შორეული ჰიბრიდიზაცია მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში ლუთერ ბერბანკმა დაიწყო.

ციტრუსოვანი კულტურების განვითარების ისტორია დასავლეთ საქართველოში სამ პერიოდს მოიცავს: 1) მე-19 საუკუნის დასაწყისი; 2) მე-19 საუკუნის დასაწყისიდან მე-20 საუკუნის 20-იან წლებამდე; 3) მე-20 საუკუნის 20-იანი წლებიდან. ამ პერიოდიდან მეციტრუსეობამ ფართო განვითარება ჰპოვა.

მეოცე საუკუნის 30-იანი წლებიდან მოყოლებული ჯიშებისა და ფორმების სელექციის გზით მიღების პროცესი ჩვენშიც დაიწყო და მიმდინარებს დღესაც. სელექცია

(აგრობიოლოგიური მეცნიერება, რომელიც ორგანული სამყაროს ისტორიული განვითარების კანონზომიერების ღრმა ცოდნის საფუძველზე, ადამიანთა საზოგადოებრივი პროგრესის შესაბამისად, ამ საზოგადოებისთვის სასარგებლო მიმართულებით ცხოველების, მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების გარდაქმნის ხერხებსა და მეთოდებს სწავლობს) და ჯიში (განსაზღვრული თვისობრიობის, გარკვეული საწარმოო და ბუნებრივ - ეკოლოგიურ პირობებში ერთი ან რამდენიმე ერთნაირად შეცვლილი ინდივიდებისაგან მიღებული, მემკვიდრულად ჩამოყალიბებული თაობათა ერთობლიობა, იგი ცოცხალი საწარმოო საშუალებაა, რომელიც სოფლის მეურნეობის განვითარების დონის შესაბამისად იცვლება), ჩვენი სპეციალისტების განუყრელ თანამგზავრებად იქცა, ისევე, როგორც მათ მიერ ინტროდუცირებული ჯიშების შესაფასებლად ნატურალიზაცია (კლიმატური პირობებით სამშობლოსაგან მკვეთრად განსხვავებული ახალი ადგილსამყოფელისადმი ყოველგვარი ცვალებადობის გარეშე მცენარის შეგუების მოვლენა) და აკლიმატიზაცია (კლიმატური პირობებით სამშობლოსაგან მკვეთრად განსხვავებული ახალი ადგილსამყოფელისადმი თვით ამ განსხვავებული პირობების ზემოქმედებით ცვალებადობის გზით მცენარის შეგუების პროცესი, მისი დამახასიათებელი სამეურნეო ნიშან- თვისებათა შენარჩუნებით).

ციტრუსოვანების ფორმათა მრავალფეროვნების გამოწვევა ხელოვნურად (ფიზიკური თუ ქიმიური რეაგენტებით) ზრდის შესაძლებლობებს ცვალებადობის სპექტრის გაზრდისათვის. ასეთი პოპულაცია კი შესანიშნავი მასალაა ციტრუსოვანი კულტურების შემდგომი სელექციისათვის.

ციტრუსოვნები მსოფლიო ფლორისტული პალიტრის განსაკუთრებული წარმომადგენლები არიან. ადაპტირების მაღალი ხარისხზე, რაც ამ კულტურებმა გამოავლინეს დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში, მიუთითებს მათი გავრცელების მასშტაბები.

როგორც არ უნდა იყოს მიზეზი ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობისა ციტრუსოვნებში, ფაქტი ერთია, ეს გენოფონდი დიდი მნიშვნელობისაა შემდგომი სელექციისათვის.

აღნიშნული საკითხების კარგად ცოდნას თეორიულის გარდა, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობაც აქვს.

ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობისა და, შემდგომ, ჯიშების პალიტრის მისაღებად, იქმნება მყარი ნიადაგი მათი გონივრული კონსერვაციისათვისაც.

ციტრუსოვნების შემთხვევაში აღვნიშნავთ იმასაც, რომ რომ მათი მუტანტები, რომელთაც ცვლილება განიცადეს ქსოვილთა სუბეპიდერმულ შრეში, იძლევიან ნუცელარულ ნათესარებს, რომლებიც ატარებენ მუტივირებულ ნიშნებს.

შეცვლილი ნიშნების შენარჩუნებისათვის საჭიროა ჩატარდეს ნუცელარული ნათესარების მუტანტური ხაზების შერჩევა. ამ გზით მიღებულია მდგრადი მუტანტური ფორმები - ფორთოხალი ვაშინგტონ ნაველი და მანდარინი უნშიუ.

ფორმათა მრავალფეროვნების კვალობაზე გამორჩეული ნუცელარული ნათესარები ყოველთვის არ ატარებენ კლონის ყველა სამეურნეო ვარგის თვისებებს, რადგან ზოგიერთი კლონი საინტერესოა მხოლოდ მისი ქიმიური აღნაგობის გამო და ამ მდგომარეობის დარღვევისას (რაც ხდება ნუცელარული ნათესარების ჩასახვისას), ახალ მცენარეს ექნება სხვა

თვისებები, თუმცა ის არ ატარებს მუტირებულ ნიშანს. აღწერილი ამ კულტურების ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობის ერთეული მიზეზის აღნუსხვაა.

არის მიზეზების სხვა სახეებიც, რასაც შესაძლოა დაუკავშირდეს ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობა ციტრუსოვნებში, მაგრამ მათი განხილვა სცილდება თემის ფარგლებს.

დასკვნები:

1) მეთოდური სელექციის წარმოებით, წარმატებით არის შესაძლებელი ციტრუსოვანი კულტურების როლის უფრო გამოკვეთა, როგორც სასურველი ობიექტებისა მრავალი ფორმისა და ჯიშის მიღებისათვის. ეს მაშინ, როცა ციტრუსოვანთა ბიოლოგიური თვისებები და სელექციის აპრობირებული მეთოდები ქმნიან მყარ თეორიულ და პრაქტიკულ საფუძველს მათი ფორმათა მრავალფეროვნების მისაღებად.

2) საწარმოო სპეციალიზაციის იმ ზონებში, სადაც ამ კულტურებს აქვთ ფართო არეალი, ისინი შეუცვლელნი არიან ეკონომიკური, სოციალური და სხვა თვალთახედვით.

3) საქართველოს ფლორისტულ ლანდშაფტში ციტრუსოვანთა წარმატებით ჩართული მრავალრიცხოვანი ჯიშებისა და ფორმების შენარჩუნება და მათი არეალის შესაძლო გაფართოებისათვის პრაქტიკული ღონისძიებანი, დადებითად წაადგება ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტასაც. ციტრუსოვანთა მეთოდური სელექციის დაწყებიდან დღემდე არსებული თეორიული და პრაქტიკული მასალა, არსებული გამოცდილება და მრავალფეროვნება მყარი საფუძველია ამოცანის წარმატებით გადაჭრისათვის.

4) ციტრუსოვნების ჯიშებისა და ურიცხვი ფორმების წარმატებული კულტივირება გვაფიქრებინებს მათს შეუცვლელობაზე მათივე განლაგების მიკროზონებში. ისინი მყარად არიან ჩართულნი სუბტროპიკული ზონის ბუნებრივ ლანდშაფტში და მათი ჩანაცვლება სხვა რომელიმე კულტურით, პრაქტიკულად შეუძლებელია.

5) ციტრუსოვანი კულტურების ფორმათა მრავალფეროვნების ახსნას აქვს უაღრესად დიდი მნიშვნელობა ამ კულტურების მეთოდურ სელექციაში.

6) ციტრუსოვანთა მრავალფეროვნების გამოწვევა ხელოვნურად (ფიზიკური თუ ქიმიური რეაგენტებით) ზრდის შესაძლებლობებს ცვალებადობის სპექტრის გაზრდისათვის. ასეთი პოპულაცია შესანიშნავი მასალაა ციტრუსოვანი კულტურების შემდგომი სელექციისათვის.

7) სელექციის მეთოდები ქმნის საფუძველს ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობისათვის თაობაში იმ ანგარიშით, რომ გამოვლინდეს ახალი, სამეურნეო ვარგისი თვისებების მქონე ჯიშები. ფორმათა მრავალფეროვნებასთან ერთად, მათ ექნებათ უკეთესი სამეურნეო ღირსებები, საწყისთან შედარებით.

ლიტერატურა

1. ზურაბ ბუკია, ციციხო ათამაშვილი - მცენარის სელექციური ჯიში სასურსათო და სამედიცინო უსაფრთხოების ერთ-ერთი გარანტი. გამომცემლობა „მწიგნობარი“, თბილისი, 2024 წელი. 551 გვ.

2. ზურაბ ბუკია, ნოდარ ბერიძე - ჰიბრიდიზაცია, ნუცელარული სელექცია და მუტაცია მანდარინის-*Citrus Reticulata* Bl. ზოგიერთი ნაგალა ჯიშის ფორმათწარმოშობის მართვაში. გამომცემლობა „შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“, ბათუმი, 2010 წელი. 311 გვ.
3. მაისურაძე ნ. ი. ფორთოხლის ნუცელარული და სქესობრივი ჩანასახების ზრდა. ჟ. „აგრობიოლოგია“, №2, 1961 წელი.
4. Майсурадзе Н. И. Генетические основы селекции растений. Издательство „Наука“, Москва , 1971 год.
5. Майсурадзе Н.И. Межсортовые химеры и их селекционное значение. Ж.№2, „Генетика“, 1966 год.

Biodiversity and variety creation of Citrus - some issues of conservation

Zurab Bukia

Academic Doctor Agricultural, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University (TSU) – Al. Natishvili Institute of Morphology; Tbilisi State Medicinal University (TSMU) - L. Bakhutashvili Institute of Medical Biotechnology. Tbilisi, Georgia.

Abstract

The Biodiversity of plant varieties is an important component of the floristic landscape of Georgia. The plant, as one of the irreplaceable components of the Biocenosis, in addition to its cosmic role and significance for human existence, appears as the main figure of the agro-food sector.

The work, in general, refers to the biodiversity of plants. It is expressed the opinion that, among many others, are interested in citrus crops and their biodiversity, caused by various factors and genetic tendency to mutation-variation. The material presented in the work is based on modern research methodology. The main emphasis is placed on the fact that there are many varieties of citrus crops (lemon-*Citrus limon* Burm., tangerine - *Citrus reticulata* Bl., orange-*Citrus sinensis*(L.) Osb., grapefruit-*Citrus paradisi* Macf.) and the form is derived from evolution on the traces of the process (variation, heredity, differentiation), adaptation to natural conditions and conscious selection.

The biological properties of citrus fruits and proven methods of selection create a solid theoretical and practical basis for obtaining a variety of forms.

The Preservation-conservation of numerous varieties and forms of citrus fruits successfully included in the floristic landscape of Georgia and practical measures for the possible expansion of their area will positively contribute to the solution of ecological problems.

From the beginning of the methodical selection of citrus fruits, the existing theoretical and practical material and existing experience are a solid basis for successfully solving the task.

Keywords: citrus fruits, breeding, biodiversity, conservation, ecology.



Problems of managing valuable natural wetlands in south-eastern Poland on the example of selected peatland reserves

Dr. Dominik Wróbel

State University of Applied Sciences in Krosno, Poland dominik.wrobel@pans.krosno.pl

ORCID: 0000-0001-6232-5861

Abstract

Contemporary processes of anthropogenic transformation of the environment overlap with global problems related to climate change. These phenomena affect, among others, water resources and make the current methods of water management no longer correspond to current conditions. Research on the water balance of protected areas allows not only to properly plan changes in the method of water resource protection but also to link them with the protection of disappearing natural habitats and species.

It was assumed that the specific alimony catchment area remains without influences from the environment, and the amount of water retained by substrates other than peat is omitted due to their high infiltration coefficient. The water balance equation was used in the calculations, where: $Inflow = [P + Hdp + \Delta hg]$, $Outflow = Retention [P + Hdp + \Delta hg] - [E + Ho + \Delta h'g] = +/- R$, P - precipitation on the surface, Hdp - surface inflow of water from the catchment area, Δhg - underground inflow, E - evaporation from the surface, Ho - surface runoff of water, $\Delta h'g$ - underground runoff, R - retention (water retained in peats). The values of evaporation and precipitation were assumed according to the current and available data of the Institute of Meteorology and Water Management. Vegetation studies were conducted based on the classic Braun-Blanquet phytosociological method [1]. Analysis and characterization of peatland habitats were adopted by the monitoring manuals [2, 3]. Three nature reserves located in southeastern Poland, in the Podkarpackie and Lublin voivodeships, were selected as research areas. The selected reserves are characterized by great spatial diversity and protect a wide spectrum of peatland vegetation.

The obtained results allow us to indicate peat bog areas as important in contemporary planning of water resources protection, however, due to the number of impacts to which they are subject, it is necessary to ensure an appropriate level of financing for nature protection so that it is possible to simultaneously protect natural habitats important for the European Union. The work carried out is part of the protection plans for the nature reserves mentioned above [4, 5, 6].

Keywords: peat bog, hydrology, nature conservation, nature reserve

Introduction

Human economy has continuously destroyed Aquatic and marsh ecosystems since the Middle Ages. These activities intensified especially at the turn of the 19th and 20th centuries, and continue to this day. This is mainly due to the intensification of agriculture, the construction of drainage systems, and the transformation of the land surface related to urbanization. The effect of these activities is the reduction of the area of these ecosystems and in many cases their complete disappearance. This process is compounded by the decrease in groundwater levels and changes related to climate warming - long-term droughts, torrential rains and short-lived, thin snow cover.

In light of these changes, the protection of aquatic and marsh ecosystems takes on particular importance. They retain and store water, improve and stabilize water conditions, enable the preservation of valuable natural habitats and rare plant species, and also create convenient places for breeding and feeding of invertebrates, amphibians, wetland birds and watering holes for birds and mammals, thus increasing biodiversity. Water resources are also a direct factor in determining growth, health, and intensive wood mass growth in stands. They also improve the conditions for agricultural activities, limit erosion, and mitigate climate change, especially in the form of temperature extremes. Natural water reservoirs, especially peatland complexes, capable of long-term water retention and its gradual release, are also of great value as elements of flood protection systems, especially in the context of the recent, catastrophic floods that covered a large part of Central Europe in the summer of 2024.

Types and importance of peat bogs

Water management, including the ability of natural habitats to retain water, cannot be planned in isolation from the specifics of these habitats. Peat bogs are wetland habitats in which organic matter accumulates, with a relatively constant excess of water. They usually form in places with difficult water drainage, on watersheds or on impermeable substrates. Peat bogs are a type of extrazonal vegetation, associated mainly with cool and temperate areas. The specificity of peat bogs also includes the lack of oxygen prevailing in the deeper layers of the peat deposit. The surface of peat bogs is covered with plants adapted to the permanently or periodically high humidity. Sometimes this vegetation is highly specific, for example when it is formed by *Sphagnum* sp. peat mosses, which are characterized by unlimited growth of apical meristems, while the lower parts of their stems gradually die off. The upper layers of the peat deposit form the so-called acrotelm, where the access of oxygen is quite significant. The deeper part, called catotelm, where the decomposition of plant tissues takes place, is practically devoid of oxygen and in most cases in typical peat bogs has a strongly acidic reaction, even below pH = 3.0. Peat bogs are considered to be wetlands where the accumulation of peat (of various types) reaches, depending on local conditions, 30-60 cm in thickness. The deepest peat bogs have a thickness of over 10 m of peat and up to 15 m of limnic sediment base. The most important contributors to peat formation are peat mosses, sedges, cotton grasses and shrubs from the heather family. In terms of phytosociology and habitat, three types of peat bogs can be distinguished: high, transitional and low.

High (raised) peat bogs, formed mainly by peat mosses, form tuft-valley complexes. Their hydrological balance is based on the dependence on precipitation waters, so they are ombrogenous peat bogs. Horizontal water movement is insignificant in them, and the entire peat bog takes on a convex, dome-shaped form. In terms of trophic status, they are dystrophic, poor in nutrients and strongly acidic.

The species composition here is quite poor and consists mainly of peat mosses *Sphagnum* sp., species from family Cyperaceae (sedges, cotton grass), Ericaceae (bog rosemary, cranberry, marsh rosemary), from genus *Drosera* insectivorous sundews and others. The vegetation of raised bogs belongs to the class Oxycocco-Sphagnetia and is protected as a priority habitat in the Natura 2000 network (code 7110*). They constitute about 6% of Polish peatlands and are located mainly in the north of the country, and scattered in the east and in the mountains.



Fig. 1. The carnivorous round-leaved sundew *Drosera rotundifolia* – a typical species of raised peat bogs.

Transitional peat bogs are supplied with both precipitation and water flowing from outside the peat bog and spring water. Vegetation of this type includes peat bog covers, sedge tufts and larger groups of other flower species. These peat bogs often form carpet covers on the surface of water reservoirs, made up of rhizomes of plants covered with peat mosses. Vegetation of this type belongs primarily to the Scheuchzerio-Caricetea nigrae class and is protected as a habitat in the Natura 2000 network (code 7140). They constitute about 4% of Polish peat bogs and occur both independently, in dispersion, and in raised bog complexes.

Low peat bogs are mainly supplied by inflowing waters. They occupy the lowest parts of slowly flowing river and stream valleys, floodplains and spring complexes. Horizontal water movement is very high. This type of peat bog is rich in humus compounds and mineral components originating partly from sediments and partly from water flowing into the peat bog. Their reaction is from slightly acidic to slightly alkaline. They are usually formed by reed beds, sedge beds, wet meadows and even alder forests, i.e. vegetation that is mostly not subject to legal protection and is quite widespread throughout the country. They constitute up to 90% of Polish peat bogs.

All types of peat bogs are subject to huge scale destruction, mainly as a result of drainage and melioration, agricultural expansion, expansion of development and water pollution.

Methodology and scope of research

It was assumed that the specific alimony catchment area remains without influences from the environment, and the amount of water retained by substrates other than peat is omitted due to their high infiltration coefficient. The water balance equation was used in the calculations, where: Inflow -

$[P + Hdp + \Delta hg]$, $\text{Outflow} = \text{Retention} [P + Hdp + \Delta hg] - [E + Ho + \Delta h'g] = +/- R$, P - precipitation on the surface, Hdp - surface inflow of water from the catchment area, Δhg - underground inflow, E - evaporation from the surface, Ho - surface runoff of water, $\Delta h'g$ - underground runoff, R - retention (water retained in peats). The values of evaporation and precipitation were assumed according to the current and available data of the Institute of Meteorology and Water Management. Vegetation studies were conducted based on the classic Braun-Blanquet phytosociological method [1]. Analysis and characterization of peatland habitats were adopted in accordance with the monitoring manuals [2, 3]. Three nature reserves located in southeastern Poland, in the Podkarpackie and Lublin voivodeships, were selected as research areas: Imielty Ług, Piskory and The Spring of the Tanev River. The selected reserves are characterized by great spatial diversity and protect a wide spectrum of peatland vegetation.

Results

Imielty Ług Nature Reserve

The reserve includes a peat bog complex, part of which was transformed into fishing ponds at the end of the 19th century. After World War II, the state authorities took over ownership of this area and a State Fisheries Farm was established here. In 1990, a nature reserve was established with an area of approx. 800 ha. Currently, the complex's water reservoirs (the larger one - Imielty Ług and the smaller one - Radełko) are not used for economic purposes.

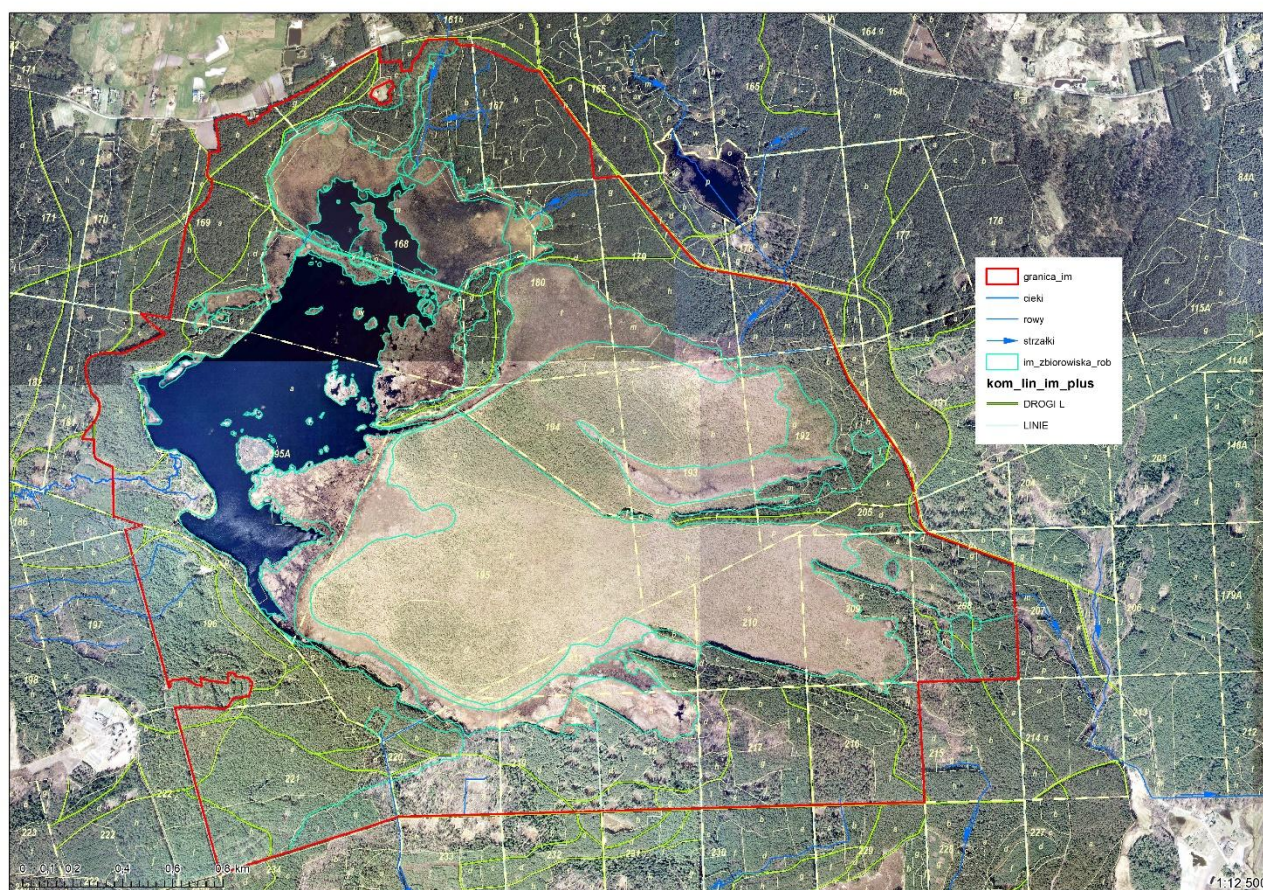


Fig. 2. Imielty Ług peat bog complex on the orthophotomap background.

The designated catchment area, which supplies the peat-reed complex and ponds of the reserve with rainwater, covered a total area of 16.5 km², which is 16,500,000 m² (including the part of the

catchment area located within the reserve's boundaries of 6,610,000 m²). Precipitation on the catchment area outside the reserve (9,890,000 m²) is 6,369,160 m³, and evaporation from this area is 3,461,500 m³, the difference, excluding ground infiltration, constitutes an inflow from outside the reserve and amounts to 2,907,660 m³. The area of the reserve located outside the catchment area of the pond-peat bog system is 1,390,000 m². Precipitation on this area is 895,160 m³/year, this is the amount of water that flows out of the reserve or evaporates without affecting resources within the alimony zone of peat bogs and ponds. The area of the reserve in the catchment area is 6,610,000 m². Precipitation on the catchment area in the reserve is 4,256,840 m³, and evaporation from this area is 2,313,500 m³. The calculated value of the surface inflow, excluding infiltration (2,907,660 m³) together with the value of precipitation on the reserve area, reduced by evaporation (1,943,340 m³), assuming that the losses due to lateral seepage are balanced with the income from seepage, allow determining the value of water income - 4,851,000 m³/year for the entire reed-peat bog complex and ponds.

The 2001 water use permit, based on hydrometeorological data from 1977, assumes year-round water collection, ensuring the operation of the pond farm, at the level of 2,065,202 m³. However, this document assumed a water surface area of 127.2 ha, and an average depth of 0.55 m for Radełko and 0.85 m for Imielty Ług. Currently, the water surface, together with patches covered with floating vegetation, is approximately 71.7 ha, and the average depth, calculated based on 56 measurements made on 1 July 2022 in both ponds, was 0.95 m. The estimated reduction in the water level in Imielty Ług, based on observations and measurements of the water surface position relative to the shoreline traces (sediments, shore microstructures, vegetation position), was then approximately 0.6 m. The above data show that with the ponds fully filled, within their current boundaries, the volume of stored water would amount to 1,096,021.76 m³. This value is close to the full volume of the reservoir calculated in 2001, i.e. 1,098,990 m³, despite the reduction in its surface area due to the development of reed beds. Although in this situation, resulting from successional changes in reservoirs and the cessation of fishing, as well as climate change and the use of data from different periods, it is not possible to obtain full comparability of hydrological data, it can be assumed that the similarity of the volume of water stored in ponds calculated in 2001 and 2022, when they are completely filled, results from the high retention capacity of reed beds that have developed within the ponds over the last twenty years. The water surface of the ponds, together with the area of the identified reed beds, amounts to a total of about 125 ha, i.e. an area close to that reported in 2001. The difference between these numbers is probably small areas of shrubs, but their separation from the shrubs already existing at that time is not possible today. The reed beds shown here, as a form of low peatland habitats, were included in the calculation of retention waters in the peat bogs of the reserve.



Fig. 3. A drying reservoir on the surface of a peat deposit in the Imielty Ług nature reserve.

The reserve's retention resources are mainly shaped by the ability of peat bogs to store water, while other substrates are omitted here due to their high infiltration coefficients, which means that the water that seeps into them mostly supplies the peat bogs located here underground or percolates outside the catchment area. In substrates other than peat bogs in the reserve, there are no significant, retained free water resources. The peat bog basin of the reserve, together with the waters of the ponds and the peat bogs on their western and northern shores, which in the morphological sense are not connected to the main peat bog, has a total area of 4,291,982 m². To calculate peat resources and peat retention, the area of the patches of the following habitats located within the alimentation catchment area within the reserve was taken into account: raised peat bogs of the Oxycocco-Sphagnetea class, Vaccinio uliginosi-Pinetum marsh forests, transitional peat bogs of the Scheuchzerio-Caricetea nigrae class, peat reservoirs, reed beds of the Phragmitetea class and alder forests of the Alnetea glutinosae class. The area of the peat complex thus defined is 3,865,431 m². Taking into account the average depth of the peat deposit (2.13 m), calculated on the basis of 58 basic boreholes made in different parts of the complex, the total peat resources in the reserve were determined at 8,233,368.03 m³. This calculation does not take into account the highly hydrated bottom sediments of reservoirs, the thickness of which does not exceed 0.5 m, and the resources of which are difficult to estimate precisely. The thickness of such sediments is included in the measurement of the depth of reservoirs. Full water saturation of peats of various types ranges from 75% in some low peats to even 95% in the case of most high peats and some transitional peats. Taking into account the percentage share of high and transitional peats in relation to low peats, the potential full saturation of peats in the reserve was assumed for further calculations at the level of 90%. With this assumption, the maximum volume of water that can be

accumulated in peat bogs can be determined at 7,410,031.23 m³. Based on measurements taken at 58 points, where the depth of the peat deposit was measured, the average depth of the groundwater table was also determined, which is about 27.01 cm. It was therefore assumed that this layer and the dried-out peat reservoirs of the reserve could contain an additional 1,044,052.91 m³ of water and this value should be treated as the scale of peatland desiccation. At the same time, this amount of water is almost equal to the total demand for water to fill the ponds (1,098,990 m³) shown in 2001 and exceeds the amount of water discharged during the emptying of reservoirs (902,863 m³).

Piskory Nature Reserve

The reserve includes an artificial reservoir created in the mid-19th century. Work began in 1833 and continued with breaks until 1852. As a result of water damming, a pond with an area of 120 hectares was created. It was used as a fishing pond until World War II, and in 1944 it was nationalized. In 1990, as a result of prolonged drought, drainage works and a depression cone around the Nitrogen Plant in Puławy, the water surface disappeared. In 1993, work was undertaken to recreate the lake. In 1998, a nature reserve was established here. Today, only a relict water surface has survived. Most of the surface of the former reservoir is covered with reed vegetation of the Phragmitetea class, and in the eastern part also with alder forests of the Alnetea glutinosae class.

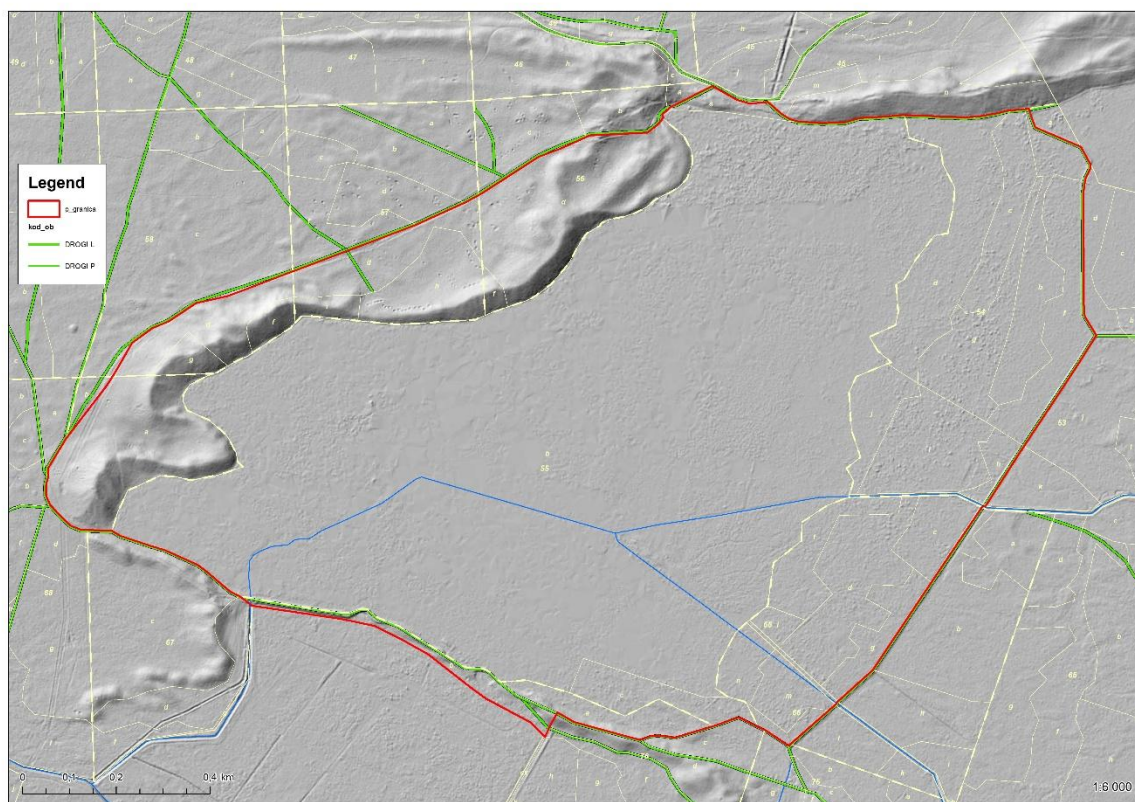


Fig. 4. Piskory nature reserve on the basis of the Digital Terrain Model.

The designated catchment area, which supplies Lake Piskory with rainwater, covered a total area of over 43 km² (43,124,135 m², including the part of the catchment area located within the reserve boundaries of 1,850,502 m²). The area of the catchment basin supplying the reserve, previously included in the calculations, requires comment. Namely, it included the catchment basin of the Duży Piotr stream up to the profile in the frontal dam of the reservoir and the Rabik catchment basin up to

the branch of the Rabik II canal. The total area of such a unit was 84.7 km². This division of the catchment basin is included in the preliminary documentation (Kucharczyk 1996) and in the documentation from the monitoring of aquatic ecosystems in the area of Lake Piskory (Radwan 1997). This approach is incorrect and has a serious flaw, namely the inability to determine how much water from the Rabik catchment reaches Rabik II at the place where the streams branch. Moreover, during periods of drought, any flow in Rabik II disappears and it can only be assumed that this stream has only a narrow coastal catchment area. Small differences in the height of the terrain on the eastern side of the reserve do not allow for a certain determination of the catchment area boundaries and on significant parts of them, floodlands are formed after thaws and rainfall. The waters of these floodlands are additionally retained by dams built by beavers, slowed down in artificial streams by accumulations of organic matter and as a result, they only partially flow into the lake. The water resources remaining outside the reserve are partly subject to ground retention and partly to evapotranspiration. The water flowing into the vicinity of the embankment, locally accumulates in the vicinity of the embankment and flows into the reserve boundaries using culverts under the embankment, made on the beds of Duży Piotr, Rabik II, Duży Piotr II and on two other canals. For this reason, the inflow of all waters from the part of the catchment area located beyond the embankment should be treated as potential only, and at the same time it is not possible to precisely estimate the actual inflow.

Precipitation on the catchment area outside the reserve (41,273,633 m²) is 24,805,453.4 m³, and evaporation from this area is 14,445,771.6 m³, the difference, excluding ground infiltration, constitutes an inflow from outside the reserve and is 10,359,681.8 m³. The area of the reserve located outside the catchment area of the lake is 182,666.72 m². Precipitation on this area is 109,782.6 m³/year, this is the amount of water that flows out of the reserve or evaporates without affecting resources within the alimony zone of the lake. The area of the reserve in the catchment area is 1,850,502 m². Precipitation on the catchment area in the reserve is 1,112,151.7 m³, and evaporation from this area is 647,675.7 m³. The calculated value of surface inflow, excluding infiltration (10,359,681.8 m³) together with the value of precipitation on the reserve area, reduced by evaporation (464,476 m³), assuming that losses due to lateral seepage are balanced with the income from seepage, allow determining the value of water income - 10,824,157.8 m³/year for the entire complex surrounded by embankments.

Both the initial documentation of the reserve (Kucharczyk 1996) and the later documentation from monitoring works, including monitoring of aquatic ecosystems (Radwan 1997) and monitoring of ecological changes occurring as a result of renaturalization works (Radwan 1998) do not address the issue of water balance, but only provide the planned or expected volume of the facility. According to the authors of the preliminary documentation, the permanent surface of the water surface in Lake Piskory is 126 ha and allows for obtaining a volume of 1,000,000 m³, and in the entire dammed area (175 ha) 1,690,000 m³ of water. The assumed elevation of the water level was to be 123.6 m above sea level. The documentation from the monitoring of aquatic ecosystems indicates a maximum volume of 1,500,000 m³, but with an elevation of 123.8 m above sea level. As part of the program "Renaturalization of ecological relations in the area of the Piskory reservoir" (Radwan 1998), the front dam was reinforced and raised to an elevation of 124.5 m above sea level. According to the authors of the study, this will allow for the storage of 1,500,000 m³ of water with a water surface of 128 ha. However, obtaining this

volume, with the assumed elevation of 123.8 m above sea level, is and probably was already unrealistic at that time, due to the lack of proper closure of the inter-dune gate in the northern part of the reservoir. The water elevation caused its surface overflow above the pipe culvert, because the ground level in this place is about 123.6 m above sea level.



Fig. 5. Residual water reservoir in the Piskory nature reserve.

Źródła Tanwi Nature Reserve

The area of the current reserve was not drained by drainage ditches until the mid-19th century, and the actual course of the Tanev began north of the reserve. The construction of the network of drainage ditches began in the 1860s and was probably completed in the 1930s. Since then, the springs of the Tanev have moved to their current location in the reserve. The reserve was established in 1998 on an area of approximately 186 ha.

The hydrographic network inventoried in 2020 is of a fully anthropogenic nature, overlapping the existing peatland reservoirs, which are the fundamental hydrographic units here. The existing system of drainage ditches, probably created in the 1930s, creates a drainage network, identical to the permanent outflow network. This network was intended to stabilize the outflow of water from the entire peatland system, thereby reducing their retention resources. The implementation of this task required connecting previously independent peatland facilities with ditches, dug both within the peatlands themselves and the dunes separating them. This required the creation of long ditch connections, and the drainage of peats, which have high absorption properties, a significant density of ditches in large reservoirs. A dense network of longitudinal, diagonal and transverse ditches was made in the main reservoir, from where a collecting channel, crossing the area from south to north, led water out of the reserve. This is the main drainage axis, draining most of the reserve's peat bogs. The second

drainage axis includes a shallow ditch draining water from the eastern part of the reserve out of the reserve. These two main drainage axes are the only elements of the network of permanent water outflow from the reserve's peat bogs.

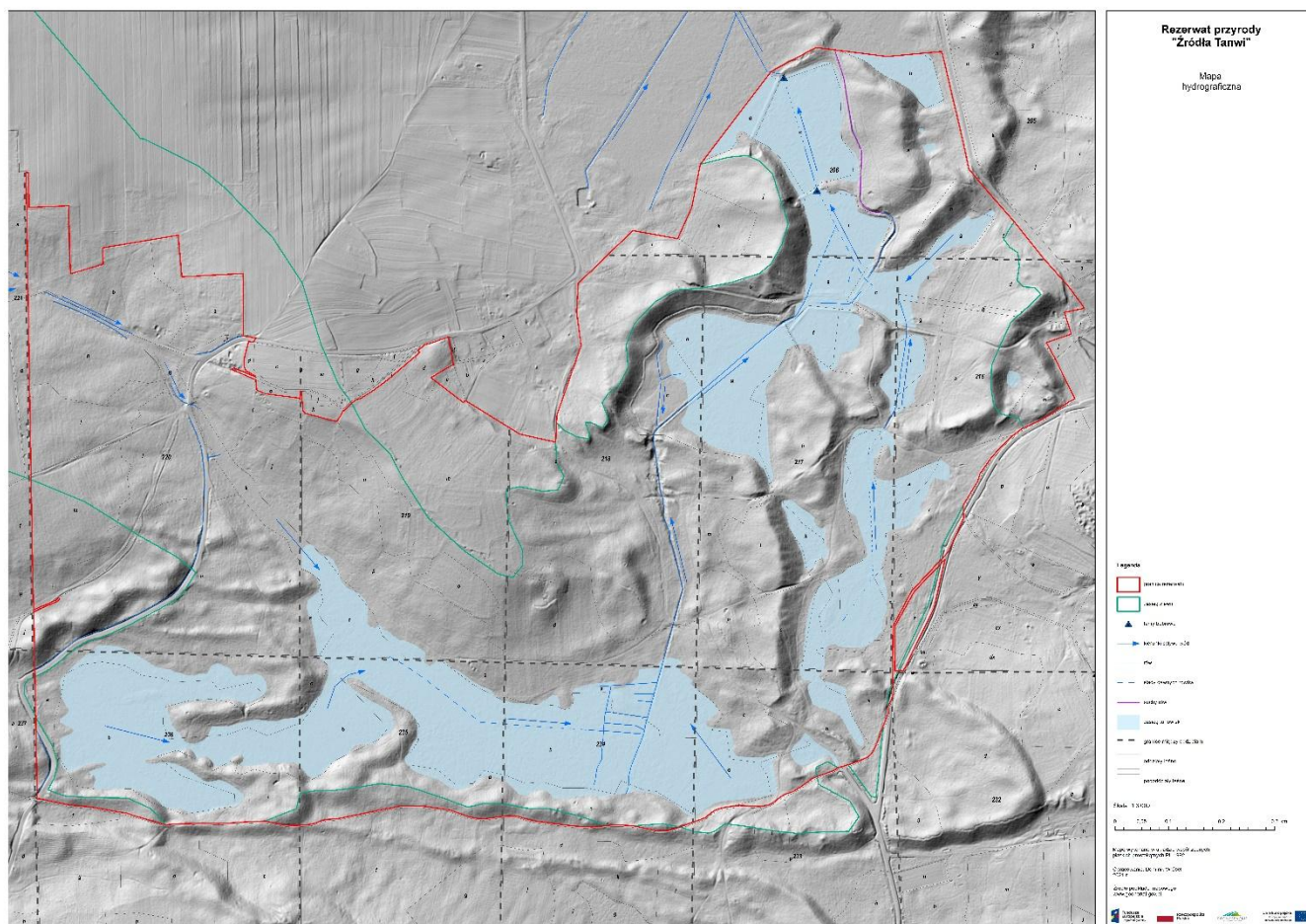


Fig. 6. The Tanew Springs nature reserve against the background of the Digital Terrain Model, including the location of peat bog reservoirs (light blue polygons), the system of drainage ditches (blue lines) and the direction of water flow (blue arrows).

Currently, these axes are not clearly visible. The reservoirs are permanently flooded by beavers, but they have preserved traces of ditches in the vegetation layout. They are identifiable on the orthophoto map, but in reality these places are permanently filled with water, as are their surroundings.

Regardless of the main drainage axes described above, a ditch is dug between some parts of the complex, which can periodically drain water. However, during the research in the reserve, no such phenomenon was observed - this ditch, apart from the initial section, is dry. Roadside ditches are also periodic forms of drainage. Their presence is also important due to the barrier nature of the roads running along the eastern border of the reserve and crossing its western part. These roads significantly change the outflow of water on the surface of the terrain and the flow of groundwater.

Drainage ditches, both permanent and periodic, dug outside the peat bogs, have different sizes. Their upper width is between 1.5 and 3.0 m, while the bottom width is on average 0.8 m, with an average depth of 1.0 m below ground level. Ditches dug within peat bogs are usually heavily filled with sediments and organic material and their original dimensions cannot be precisely determined. They probably ranged from 1.0 m wide x 0.5 m deep to 2.0 m x 1.0 m. The dimensions of roadside ditches

depend on topographic conditions, in places reaching a width of 3.0 m at a depth of 1.5 m at the top of the embankment. The introduction of a drainage ditch system into the system of originally drainless reservoirs has significantly increased the area covered by organized drainage. Although a significant part of the reserve is a catchment area with periodic drainage, during long-term dry weather and high summer temperatures, the drainage network contributes to the drying of a significant part of the peat bogs.

It should also be noted that the creation of a network of artificial ditches also forced a change in the direction and intensity of natural surface runoff.

The hydrographic network, formed by a system of drainage ditches, has 5,556 m of ditches, including a dry ditch with a length of 338 m, obliterated and partially overgrown ditches for 1,343 m and roadside ditches for 1,348 m. Taking into account all categories of ditches, the density of the hydrographic network is almost 29.9 m/ha, and excluding road ditches - 22.6 m/ha.

The average rainfall of 685 mm is assumed as the annual average from the meteorological station. The designated catchment area, supplying the peatland system of the reserve with rainwater, covered a total area of 268 ha, which is 2,680,000 m², including 1,118,100 m² outside the reserve. Rainfall on the catchment area outside the reserve is 765,898.5 m³, and evaporation from this area is 411,460.8 m³, the difference, excluding ground infiltration, is an inflow from outside the reserve and is 354,437.7 m³. The area of the reserve located outside the catchment area of the peatland system is 295,200 m². Rainfall on this area is 202,212 m³/year, this is the amount of water that flows out of the reserve or evaporates without affecting resources within the catchment area of the peatlands. The area of the reserve in the catchment area is 1,561,900 m³. Rainfall on the catchment area in the reserve is 1,069,901.5 m³, and evaporation from this area is 574,779.2 m³. The calculated value of surface inflow, excluding infiltration (354,437.7 m³) together with the value of precipitation on the reserve area, reduced by surface runoff and evaporation (495,122.3 m³) allow us to determine the value of water income - 849,560 m³/year. The reserve's retention resources are mainly shaped by the ability of peat bogs to store water, while other substrates are omitted here due to their high infiltration coefficients, which means that the water that seeps into them mostly supplies peat bogs underground. In substrates other than peat bogs in the reserve there are no significant resources of free water.

The reserve's peat reservoirs have a total area of 452,100 m². Taking into account the average depths of the peat deposit in individual reservoirs, the total peat resources in the reserve were determined at 835,511 m³. The full saturation of peat with water, which was assumed at 90%, allows us to determine the maximum volume of water that can be accumulated in the peatlands at 768,159.9 m³.

Based on measurements taken at 50 points, located in seven main peatland reservoirs, the average depth of the groundwater table was determined to be 25.14 cm. It was therefore assumed that this layer and the open water floodplains of the reserve could contain an additional 102,292.143 m³ of water.

The calculated difference between the values of the inflow and the evaporation and retention of the peatlands is approximately 747,267.9 m³ and constitutes the probable surface runoff from the reserve. This means an outflow of approximately 0.0237 m³/s.

Surface runoff is mainly carried out by a drainage ditch. Precise measurement of the runoff intensity was not possible, because its final section is blocked by a wide beaver lodge, and then it passes through a causeway with a footpath, behind which it spreads in a wide strip with an average depth of 0.30 m. Based on the approximate cross-section of the runoff and the water velocity, the runoff intensity was measured in September and January. It amounted to 12.3 and 5.1 l/s (0.0123 and 0.0051 m³/s), respectively. These values are lower than calculated, but they result from measurements outside the period of the most intense rainfall. The drainage ditch located more to the east is largely shallow and conducts water only during the period of intense rainfall, probably collecting it from a small area of the adjacent dune. During the summer field inspections and in September 2020, at the end of the summer rainfall period, this ditch was flooded in its estuary section, but no water flowed out of the reserve at that time.

Discussion

Imielty Ług Nature Reserve

The calculated difference between the assumed water volume of the ponds when completely filled and the volume of revenue, reduced by evaporation, is 3,752,010 m³ per year, which is 50% of the calculated water deficit in the peat bog. According to the hydrological study from 2001, the available flows amount to 2,767,290 m³ throughout the year, and at the same time, no water is assumed to be released from the discharge devices, except for the period from 1 to 25 October, assuming that the inviolable flow below the reservoir, of 10 l/s, will be provided by seepages from the Imielty Ług pond.

The above calculations and the historical data cited indicate an extremely unbalanced water balance of the complex. In order to supplement the water shortages in the peat bog, it should be remembered that also within the ponds, there is a volume reserve that is difficult to estimate, because it varies throughout the year, resulting from too much water runoff in recent years, in relation to the inflow and precipitation with increased evaporation. This reserve can be even over 430,000 m³. Determining the safe level of runoff for the peat bog can only take place after restoring the full impoundment in the reservoirs, i.e. after they are filled to the elevations: for Radełko 182.6 m above sea level, and for Imielty Ług 182.4 m above sea level, and also after supplementing the demonstrated water shortages in the peat bog. The main factors influencing the reserve's water shortage are, apart from climate change and succession processes occurring in the peat bogs, also basing water use permits on outdated data and the practice of water theft. The latter phenomenon results from the general shortage of water resources. The owners of fish ponds located above the reserve are taking out too much water, while those located below the reserve are destroying the damming facilities and generating excessive runoff from the peat bogs.

Piskory Nature Reserve

The lake's retention resources are quite difficult to estimate, because the specificity of the reed vegetation causes the formation, even in periods of extreme drought, of a complex mosaic of tussocks, planes, waterlogged depressions and residual water reservoirs with a difficult to estimate share of sedge and reed peat. To calculate the retention capacity of the lake, it is necessary to assume the homogeneity of the bottom and adopt the average thickness of peat deposits, which, calculated based on 20

measurements taken in different parts of the lake, was 0.95 cm. With the further assumption that the fully water-saturated form of the peats present here usually contains about 85% water, then on the surface of 127 ha, in the water-peat layer with a volume of 1,206,500 m³, there is 1,025,525 m³ of retained water. Even with optimistic assumptions regarding the possibility of water damming in accordance with studies from 1997 and 1998, the reservoir can permanently store only about 500,000 m³ of water above the extremely low level observed in 2022. An analysis of the actual possibilities of retaining water in Lake Piskory and releasing it through the frontal dam can only be carried out after the construction of the northern embankment, closing the lake to the elevation of 124.5 m above sea level.

Źródła Tanwi Nature Reserve

It seems that the water balance of the peat bogs is moderately unbalanced. In average rainfall years, they are partially drained, and the deficiencies are supplemented during years with rainfall values exceeding the average of 685 mm. In the reference period of 1951-1991, as many as 23 average annual rainfall values are significantly lower than the multi-year average, and only 16 are significantly higher. Due to this situation, it is necessary to build gates in the indicated locations, allowing for a moderate increase in the water level in the peat bog reservoirs. The existence of a network of drainage ditches, even those partially overgrown with vegetation, causes constant, excessive drainage of the complex.

Conclusions

The water resources of peat bogs in selected reserves are an excellent example of natural natural objects, transformed anthropogenically to a limited extent, which have enormous water retention capabilities. Their significance includes not only the capture of excess water during periods of rainfall but also the gradual release of accumulated water during periods of drought. The potential retention volumes shown for individual objects may constitute an important element of the local water balance and indicate the undervaluation of peat bogs and wetlands in general in modern water resources management. At the same time, treating peat bogs as objects accumulating water is not incompatible with providing them with appropriate protection, taking into account their natural values. On the contrary - both goals are consistent with each other. The protection of peat bogs requires providing them with appropriate hydration, hence maintaining their retention role becomes at the same time an action aimed at protecting natural habitats and species.

Bibliography

[1] Dzwonko Z. 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych. Wydawnictwo SORUS. Poznań – Kraków, ss. 308.

[2] Mróz W. (red.) 2010. Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz I. GIOŚ, Warszawa.

[3] Mróz W. (red.) 2012. Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Część III. GIOŚ, Warszawa.

[4] Wróbel D., Czyżowicz S., Halama M., Piegoń A., Topolski K. 2021. Plan ochrony dla rezerwatu przyrody „Źródła Tanwi”, mscr., pp. 261.

[5] Wróbel D., Czyżowicz S., Halama M., Szymczyk R., Topolski K., Wziątek B., Zubel R. 2022. Plan ochrony dla rezerwatu przyrody „Imielty Ług”, mscr., pp. 560.

[6] Wróbel D., Czyżowicz S., Halama M., Szymczyk R., Topolski K., Wziątek B., Zubel R. 2022. Plan ochrony dla rezerwatu przyrody „Piskory”, mscr., pp. 264.



THE SCIENTIFIC DISCUSSION OF SOME ISSUES OF FEATURES AND CHALLENGES OF USING OF CAR-T CELLS IN IMMUNOTHERAPY

Nodar Sulashvili¹, Magda Davitashvili², Nana Gorgaslidze³, Luiza Gabunia⁴,
Margarita Beglaryan⁵, Nato Alavidze⁶, Igor Seniuk⁷, Vira Kravchenko⁸,
Nino Abuladze⁹, Ketevani Gabunia¹⁰, Marina Giorgobiani¹¹, Marika Sulashvili¹²

¹MD, PhD, Doctor of Theoretical Medicine In Pharmaceutical and Pharmacological Sciences, Invited Lecturer (Invited Professor) of Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University; <https://orcid.org/0000-0002-9005-8577> E-mail: n.sulashvili@ug.edu.ge

²PhD, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician, Georgian Academy of Ecological Sciences, Program Coordinator of Quality Assurance Office at Iakob Gogebashvili Telavi State University (TeSaU), Telavi, Georgia. <https://orcid.org/0009-0005-4213-6533>

³MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Tbilisi State Medical University, Head of The Department of Social and Clinical Pharmacy, Tbilisi, Georgia. <https://orcid.org/0000-0002-4563-5224>

⁴MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University, Professor <https://orcid.org/0000-0003-0856-2684>

⁵MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Academician, Professor of Yerevan State Medical University, Head of the Department of Pharmaceutical Management, Yerevan, Armenia. <https://orcid.org/0000-0003-3697-6390>

⁶MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Akaki Tsereteli State University, Faculty of Medicine, Department of Pharmacy, Kutaisi, Georgia. Professor, Dean Faculty of Medicine at East European University, Tbilisi, Georgia. <https://orcid.org/0000-0001-6695-5924>

⁷MD PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Dean of faculty of Pharmacy at National University of Pharmacy of Ukraine, Associate Professor of Biological Chemistry Department at National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0003-3819-7331>

⁸MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Academician, Professor, Head of The Biological Chemistry Department at National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.

⁹MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Akaki Tsereteli State University, Faculty of Medicine, Department of Pharmacy, Kutaisi, Georgia. <https://orcid.org/0000-0003-2189-7470>

¹⁰MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Akaki Tsereteli State University, Faculty of Medicine, Department of Pharmacy, Kutaisi, Georgia. <https://orcid.org/0000-0002-5857-6593>

¹¹MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor of Tbilisi State Medical University, Department of Hygiene and Medical Ecology, Tbilisi, Georgia. <https://orcid.org/0000-0003-0686-5227>

¹²MD, Family Doctor, Invited Lecturer of Tbilisi State Medical University, Department of Molecular and Medical Genetics; <https://orcid.org/0000-0002-6338-4262>

Abstract

Aim of the research was to study and analyze some issues of features of using of car-t cells in immunotherapy. The characterization of CAR-T cell products involves evaluating their phenotype, genotype, and functional attributes using techniques such as flow cytometry, PCR-based assays, and cytotoxicity assays. Long-term stability studies assess product viability, potency, and cytokine secretion

profiles across different storage conditions to determine shelf-life and facilitate product logistics. Biomarkers serve as crucial tools in the field of cancer immunotherapy, aiding in patient selection and treatment optimization. In the context of chimeric antigen receptor (CAR) T cell therapy, biomarkers play a significant role in predicting treatment response, identifying potential toxicities, and guiding personalized treatment approaches. Predictive biomarkers in CAR-T cell therapy commonly center on the profiles of tumor antigen expression. The selection of target antigens plays a crucial role in treatment outcomes, with higher and more consistent expression levels correlating with better response rates. The tumor microenvironment (TME) significantly influences CAR-T cell activity. Biomarkers reflecting TME features, such as immune cell infiltration, cytokine profiles, and expression of inhibitory molecules, offer insights into the immunosuppressive nature of the TME and its effects on CAR-T cell effectiveness. Patients with an inflamed TME, marked by abundant effector T cells and low expression of inhibitory molecules like PD-L1, tend to respond better to CAR-T cell therapy. CAR-T cells demonstrate bystander killing effects, where nearby tumor cells without the target antigen are eradicated via a phenomenon called antigen spreading. This process is triggered by the release of cytokines and the presentation of tumor antigens by antigen-presenting cells (APCs), resulting in the activation of the body's own immune effector cells against the tumor cells. CAR-T cells exhibit strong antitumor capabilities, they can face resistance mechanisms within the tumor microenvironment. The immunosuppressive cell populations like regulatory T cells (Tregs) and myeloid-derived suppressor cells (MDSCs), as well as inhibitory cytokines such as transforming growth factor-beta (TGF- β) and interleukin-10 (IL-10). The resistance mechanisms, strategies involve employing combination therapies with immune checkpoint inhibitors, cytokine modulators, and targeted therapies aimed at disrupting immunosuppressive pathways. CAR-T cell therapy has revolutionized cancer treatment by harnessing the power of the immune system to target and eliminate tumor cells.

Keywords: Features, using, Car-T cells, immunotherapy, antibody.

Introduction:

Chimeric antigen receptor (CAR) T cell therapy has transformed the approach to treating hematologic cancers, especially those linked to B-cell abnormalities. This chapter delves into the clinical uses of CAR-T cell therapy for hematologic malignancies, highlighting conditions such as acute lymphoblastic leukemia (ALL), diffuse large B-cell lymphoma (DLBCL), and multiple myeloma. It also addresses the ongoing challenges and possibilities of applying CAR-T cell therapy to solid tumors. As a groundbreaking treatment for patients with relapsed or refractory hematologic diseases, CAR-T cell therapy offers the promise of lasting and often curative responses. Notably, CAR-T therapies that target the CD19 antigen on B cells have demonstrated impressive clinical success across various hematologic malignancies [1-2].

Immunotherapy includes a variety of treatment strategies designed to leverage the immune system's power to identify and destroy cancer cells. At its core, cancer immunotherapy seeks to utilize the immune system's natural ability to generate a targeted and lasting anti-tumor response. Unlike traditional treatments like chemotherapy and radiation, which directly attack cancer cells,

immunotherapy focuses on activating or adjusting the immune system to specifically target tumor cells while preserving healthy tissues. Key aspects of cancer immunotherapy involve improving immune recognition of cancer cells, counteracting the immunosuppressive factors within the tumor microenvironment, and fostering long-lasting anti-tumor immune reactions. For example, therapies like checkpoint inhibitors and CAR-T cell therapy are designed to target antigens that are unique or primarily found on cancer cells, thus reducing potential damage to normal cells. Checkpoint inhibitors, including pembrolizumab and nivolumab, work by blocking inhibitory signals like PD-1/PD-L1 and CTLA-4, effectively unleashing T cell responses against tumors. Additionally, therapies that enhance the presentation of antigens, such as dendritic cell vaccines and TLR agonists, help the immune system better identify and respond to tumor antigens. Overall, cancer immunotherapy represents a wide range of innovative approaches, each targeting different elements of the immune system or the tumor environment [3-5].

B-cell acute lymphoblastic leukemia (ALL) is a type of blood cancer marked by the rapid growth of immature B-cell precursors. While advancements in chemotherapy and stem cell transplants have improved outcomes, many patients still face relapse or treatment-resistant disease. In this context, CAR-T cell therapy targeting CD19 has emerged as an exciting treatment option. Clinical trials for CAR-T therapies like tisagenlecleucel and axicabtagene ciloleucel have shown remarkable response rates, with some patients achieving complete remission and lasting responses. Importantly, long-term follow-up from these trials indicates that a subset of patients can maintain their remission, showcasing CAR-T cell therapy's potential for long-lasting disease control in those with relapsed or refractory ALL [6-7].

Chimeric antigen receptor T-cell (CAR-T) therapy has revolutionized immunotherapy by harnessing the immune system's power to target and destroy cancer cells. This approach involves engineering T cells to express synthetic receptors that recognize specific antigens on tumor cells, offering unprecedented precision and efficacy in treating hematologic malignancies. Despite remarkable success in clinical trials, particularly for B-cell leukemias and lymphomas, challenges such as cytokine release syndrome, neurotoxicity, antigen escape, and limited efficacy in solid tumors remain significant. Advances in CAR design, gene editing technologies, and strategies to modulate the tumor microenvironment are addressing these limitations, paving the way for broader applications, including autoimmune and infectious diseases. This review explores the mechanisms, current applications, challenges, and future directions of CAR-T cell therapy, highlighting its transformative potential in personalized medicine [7, 16,38,48,100].

CAR-T cell therapy has demonstrated remarkable potential in the treatment of hematologic malignancies, establishing itself as a significant advancement in immunotherapy. However, several challenges and issues require further exploration to maximize its clinical and therapeutic potential. This discussion addresses key aspects of CAR-T cell therapy, including its mechanisms, clinical applications, challenges, and innovations, providing a comprehensive understanding of its current state and future directions. While CAR-T cell therapy has transformed cancer treatment, its broader

application depends on overcoming significant challenges. Through technological innovation, strategic collaborations, and continued research, CAR-T cells hold the promise to not only revolutionize cancer treatment but also extend their benefits to other diseases. Addressing these scientific and practical challenges will shape the next phase of CAR-T therapy, ensuring its place as a cornerstone of modern medicine [9,47,84, 99].

Chimeric antigen receptor T-cell (CAR-T) therapy has emerged as a groundbreaking approach in the field of immunotherapy, providing promising outcomes in the treatment of certain cancers. However, its clinical application is associated with complex challenges and unresolved scientific issues. This article explores the features of CAR-T cell technology, its mechanisms, potential applications, and the obstacles that must be addressed for its broader use. CAR-T cell therapy represents a revolutionary advancement in personalized medicine. By genetically engineering T cells to express chimeric antigen receptors, the immune system can be reprogrammed to target specific antigens on malignant cells. Initially approved for hematologic malignancies, CAR-T therapy has opened new avenues for treating cancers and other diseases. Despite its success, the therapy presents unique challenges, including toxicity, limited efficacy in solid tumors, and high manufacturing costs.

Goal

Aim of the research was to study and analyze some issues of features of using of car-t cells in immunotherapy.

Methodology:

The material of the article was the revised data from scientific publications, which were processed, analyzed, overviewed and reviewed by generalization and systematization. Research studies are based on a review/overview assessment of the development of critical visibility and overlook of the modern scientific literature. Use the following databases (for extensive literature searches to identify some issues of features of using of car-t cells in immunotherapy): PubMed, Scopus, Web of Science, Clinical key, Tomson Reuters, Google Scholar, Cochrane Library, and Elsevier Foundations.

The methodology for discussing the scientific issues and features of CAR-T cell immunotherapy involves a systematic approach to review, analyze, and synthesize current knowledge in this rapidly evolving field. Below is the step-by-step methodological framework used in the article:

Literature Review Scope and Sources:

A comprehensive literature search was conducted using academic databases such as PubMed, Web of Science, and Scopus. Keywords included "CAR-T cells," "chimeric antigen receptor therapy," "immunotherapy," "solid tumors," "cytokine release syndrome," and "gene editing."

Inclusion- Criteria: Peer-reviewed articles, clinical trial reports, and systematic reviews published in the last 10 years (2013–2023) were prioritized. Foundational studies and seminal works from earlier years were included for historical context.

❖ The selected articles and reports were grouped into thematic categories to structure the discussion:

- Mechanisms of CAR-T therapy.
- Current clinical applications.
- Challenges and limitations, including toxicity and antigen escape.
- Advances in CAR design and manufacturing.
- Future perspectives and innovations.

Results and Discussion

Diffuse large B-cell lymphoma (DLBCL) is the most common subtype of non-Hodgkin lymphoma, characterised by the proliferation of large B-cell lymphocytes. Patients with relapsed or refractory DLBCL have limited treatment options and poor prognosis. CAR-T cell therapy targeting CD19 has emerged as a promising therapeutic approach for these patients. Clinical trials investigating CAR-T cell therapies, such as axicabtagene ciloleucel (Yescarta) and brexucabtagene autoleucel (Tecartus), have demonstrated significant response rates, with durable remissions observed in a subset of patients. Importantly, real-world data and long-term follow-up studies have provided insights into the durability of responses and the potential for long-term disease control with CAR-T cell therapy in relapsed or refractory DLBCL [8-9].

Multiple myeloma is a plasma cell neoplasm characterised by the clonal proliferation of malignant plasma cells in the bone marrow. Despite recent advances in treatment, including novel targeted therapies and immune modulatory agents, many patients with multiple myeloma experience relapse or refractory disease. CAR-T cell therapy targeting B-cell maturation antigen (BCMA) has emerged as a promising treatment modality for these patients. Clinical trials investigating BCMA-targeted CAR-T cell therapies, such as idecabtagene vicleucel (Abecma) and ciltacabtagene autoleucel (Cilta-cel), have reported high response rates and durable remissions in patients with heavily pretreated disease. Notably, long-term follow-up data from clinical trials have demonstrated sustained responses and durable disease control in a subset of patients, highlighting the potential for CAR-T cell therapy to provide long-term benefit in relapsed or refractory multiple myeloma [10-12].

Despite the success of CAR-T cell therapy in hematologic malignancies, its application in solid tumors has been more challenging due to tumor heterogeneity, antigen escape mechanisms, and immunosuppressive tumor micro-environments. Solid tumors present unique challenges for CAR-T cell therapy, including the lack of ideal tumor-specific antigens, limited T cell infiltration into solid tumors, and immunosuppressive factors within the tumor microenvironment. However, ongoing research efforts are focused on addressing these challenges through innovative CAR designs, combination therapies, and strategies to enhance T cell trafficking and persistence within solid tumors [13-14].

Numerous clinical trials are underway to evaluate the safety and efficacy of CAR-T cell therapy in various solid tumor types, including glioblastoma, pancreatic cancer, and ovarian cancer. These trials employ novel CAR constructs targeting tumor-specific antigens, such as EGFRvIII, mesothelin, and MUC16, with the aim of improving tumor recognition and enhancing anti-tumor immune responses. Early-phase clinical data from these trials are awaited to determine the feasibility and clinical benefit of CAR-T cell therapy in solid tumors. Real-world data and long-term follow-up studies will be essential to assess the durability of responses and long-term outcomes in patients with solid tumors treated with CAR-T cell therapy [15-16].

Mechanism of CAR-T Cell Therapy: CAR-T cells are T lymphocytes genetically modified to express chimeric antigen receptors (CARs). CARs combine an antigen-binding domain (usually derived from a monoclonal antibody) with intracellular signaling domains that activate the T cell upon antigen recognition. This mechanism bypasses the traditional major histocompatibility complex (MHC)-dependent antigen presentation, allowing CAR-T cells to target tumors with higher specificity:

1. **Design of CARs:**

- **Antigen-Binding Domain:** Single-chain variable fragments (scFvs) derived from antibodies.
- **Spacer Domain:** Ensures optimal antigen binding.
- **Transmembrane and Signaling Domains:** Critical for T-cell activation and function.

2. **Target Antigens:**

- Hematologic malignancies (e.g., CD19 for B-cell malignancies)
- Emerging targets for solid tumors, such as HER2 and mesothelin.

Case studies and real-world clinical experiences provide valuable insights into the practical application and outcomes of CAR-T cell therapy in patients with hematologic malignancies and solid tumors. These case reports highlight the heterogeneity of patient responses, ranging from complete remissions to disease progression, and underscore the importance of patient selection, treatment optimization, and management of adverse events in maximizing therapeutic outcomes. Long-term follow-up data from clinical trials and real-world studies will be crucial to assess the durability of responses and long-term outcomes in patients treated with CAR-T cell therapy [17-18].

In conclusion, CAR-T cell therapy has transformed the treatment landscape for patients with relapsed or refractory hematologic malignancies, offering the potential for durable and often curative responses. While challenges remain in extending the benefits of CAR-T cell therapy to solid tumors, ongoing research efforts hold promise for expanding its clinical applications and improving outcomes for patients with diverse cancer types. Continued investment in translational research, clinical trials, and collaborative initiatives is essential to realize the full potential of CAR-T cell therapy in oncology.

The inception of chimeric antigen receptor (CAR) T cell therapy has its roots deeply embedded in the pioneering strides made within the realms of immunology and genetic engineering, heralding a transformative era in the landscape of cancer therapeutics. While conventional treatment modalities such as chemotherapy and radiation have long served as the linchpins of oncological care, their efficacy is often constrained by formidable limitations, compounded by the burdensome toll of adverse effects,

particularly evident in cases of advanced or recalcitrant disease. The quest for more efficacious and less deleterious therapeutic alternatives has thus catalyzed a profound exploration into the promising domain of immunotherapy, which leverages the innate potential of the body's immune system to selectively target and eliminate malignant cells [19-20].

CAR-T cell therapy, emerging from the intricate domains of T cell biology and cancer immunology, stands as a testament to the transformative potential inherent in this innovative therapeutic paradigm. T cells, the quintessential vanguards of the adaptive immune system, unparalleled capacity to discern and eliminate aberrant cells. By ingeniously engineering T cells to express synthetic receptors endowed with the unique ability to recognize tumor-specific antigens, researchers have embarked on a monumental quest to augment the precision and potency of the immune response against cancer. This groundbreaking approach heralds a departure from conventional treatment modalities, offering the tantalizing promise of conferring enduring and exquisitely targeted therapeutic effects, heralding a new dawn in the age-old battle against cancer [21-22].

Current Applications:

1. Hematologic Malignancies

CAR-T therapy has shown remarkable success in treating relapsed or refractory B-cell lymphomas and leukemias. FDA-approved CAR-T products, such as tisagenlecleucel and axicabtagene ciloleucel, target CD19, achieving significant remission rates.

2. Solid Tumors

Despite preclinical successes, CAR-T therapy has limited efficacy in solid tumors due to challenges such as antigen heterogeneity, an immunosuppressive tumor microenvironment (TME), and physical barriers like extracellular matrix components.

3. Beyond Cancer

- Autoimmune diseases: Efforts are underway to adapt CAR-T technology to reset immune responses in diseases like lupus.
- Infectious diseases: CAR-T cells targeting viral antigens offer potential for chronic infections like HIV.

CAR-T cell therapy, a revolutionary cancer treatment, offers potentially long-lasting response in patients with challenging hematologic cancers, by genetically modifying a patient's own T cells to express chimeric antigen receptors (CARs), enabling them to identify and attack the cancerous cells without major histocompatibility complex (MHC) restrictions [23-24].

CAR-T cell therapy has excelled in treating hematologic cancers, notably with CD19 targeted products like tisagenlecleucel (Kymriah) and axicabtagene ciloleucel (Yescarta). These treatments have achieved enduring remission in patients with relapsed or refractory B-Cell Acute Lymphoblastic Leukaemia (ALL) and Diffuse Large B-Cell Lymphoma (DLBCL), culminating in FDA approval and acceptance as a standard treatment for specific patient groups [25-26].

CAR-T cells activate upon encountering tumor antigens initiating activation and proliferation, triggering the formation of immunological synapses and initiating signaling cascades.

CAR's intracellular signaling domains usually include CD3 ζ , housing immunoreceptor tyrosine-based activation motifs (ITAMs) responsive for triggering T cell activation upon antigen recognition. However, adding co-stimulatory domains like CD28, 4-1BB(CD137), or OX40(CD134) to CAR constructs provide extra signaling cues that boost T cell activation and proliferation. CD28 co-stimulation enhances T cell activation and effector function through increased cytokine production, metabolic reprogramming, and survival signaling pathways. On the contrary, co-stimulation through receptors like 4-1BB and OX40 fosters T cell persistence and memory formation, resulting in prolonged antitumor effectiveness and improved elimination of tumors [27-28].

After recognizing antigens and receiving co-stimulatory signals, activated CAR-T cells undergo clonal expansion to produce a strong effector cell population, capable of exerting cytotoxic activity against tumor cells. This proliferative process is driven by cytokines like interleukin-2 (IL-2), interleukin-7 (IL-7), and interleukin-15 (IL-15), which enhance T cell growth and survival. Optimizing the activation and proliferation kinetics of CAR-T cells is essential for maximizing therapeutic efficacy while minimizing toxicities. Strategies for enhancing CAR-T cell expansion include cytokine supplementation, co-stimulatory molecule engagement, and metabolic modulation to promote an optimal balance between effector and memory T cell phenotypes. Moreover, advancements in CAR-T cell engineering, including integrating inducible signaling modules and employing synthetic biology techniques, provide avenues to refine CAR-T cell activation kinetics and improve treatment effectiveness [29-30].

Furthermore, persistent research endeavors are exploring CAR-T cell therapy in various hematologic malignancies and solid tumors. Despite hurdles linked to tumor heterogeneity and immune resistance, early studies showcased prospective expansion for CAR-T cell therapy from hematological malignancies to the domain of solid tumor oncology [31-32].

Toxicity:

- **Cytokine Release Syndrome (CRS):** A potentially life-threatening inflammatory response.
- **Neurotoxicity:** Also known as immune effector cell-associated neurotoxicity syndrome (ICANS), with unclear mechanisms.
- **Strategies:** Steroids and cytokine inhibitors, such as tocilizumab, are used for management.

❖ **Antigen** **Escape** **and** **Relapse:**
Tumors may lose or downregulate the target antigen, leading to relapse. Combination therapies and dual-target CAR-T cells are being developed to address this issue.

❖ **Manufacturing** **and** **Cost:**
CAR-T therapy involves complex, labor-intensive processes including leukapheresis, genetic modification, and cell expansion. Innovations such as universal or "off-the-shelf" CAR-T products aim to simplify production.

❖ **Solid Tumor Microenvironment:**

- **Immunosuppression:** Tumor-associated macrophages (TAMs), myeloid-derived suppressor cells (MDSCs), and regulatory T cells (Tregs) inhibit CAR-T activity.
- **Hypoxia and acidity:** Impair CAR-T cell metabolism and survival.

The CAR-T cell therapy has been propelled forward by remarkable advances in genetic engineering technologies, including viral vector-mediated gene transfer and the advent of sophisticated genome editing methodologies. These pioneering strides have paved the way for the development of increasingly intricate CAR designs, distinguished by their unparalleled versatility in targeting a myriad of tumor antigens, including surface proteins preferentially or exclusively expressed on malignant cells. Furthermore, the judicious integration of costimulatory domains into CAR constructs serves to potentiate T cell activation and persistence, thereby further amplifying their anti-neoplastic efficacy and engendering the potential for sustained therapeutic responses [33-34].

The clinical import of CAR-T cell therapy lies in its extraordinary capacity to elicit profound and durable responses in patients grappling with refractory hematologic malignancies, such as B-cell acute lymphoblastic leukemia (ALL), chronic lymphocytic leukemia (CLL), and non-Hodgkin lymphoma (NHL). Remarkably, patients who have exhausted conventional treatment options have borne witness to complete remissions that endure for years following CAR-T cell therapy. These unprecedented therapeutic outcomes have sparked a conflagration of enthusiasm and optimism within the hallowed halls of the medical fraternity, and among patients and their families alike [35-36].

CAR-T cell therapy hinges upon sophisticated engineering methods to furnish T cells with chimeric antigen receptors (CARs), enabling them to identify tumor antigens. These CARs are artificial receptors made up of different functional segments, including an extracellular antigen binding sector, a hinge and transmembrane domain for structural support, and intracellular signaling domain for cell activation. The antigen binding domain typically contains a single chain variable fragment sourced from a monoclonal antibody. This allows CAR-T cells to recognize tumor associated antigens (TAAs) without relying on the major histocompatibility complex (MHC), ensuring precise and efficient targeting [37-38].

Diverse techniques are employed in the engineering CAR-T cells, including both viral and non-viral gene transfer methodology. Viral vectors such as lentiviral and retroviral vectors, are often favored due to their superior transduction efficiency and stable integration into the host genome, facilitating the efficient delivery of CAR transgenes into T cells. Non-viral techniques, such as electroporation and transposon-based systems, present alternative strategies for CAR-T cell engineering, offering advantages in terms of safety and scalability [39-40].

Maximizing CAR design is imperative for augmenting CAR-T cell potency and longevity. Vital considerations involve choosing a suitable to target tumor specific antigens, adjusting spacer and transmembrane domains to encourage CAR clustering and signaling, and integrating co-stimulatory domains like CD28, 4-1BB, or OX40 to bolster T cell activation and survival [41-42].

CAR-T cell therapy's success depends on selecting specific target antigens expressed on tumor cells while avoiding healthy tissues. Ideal antigens possess high expression levels in cancer cells, minimal presence in normal tissues, and essential in oncogenesis.

CD19 is among thoroughly investigated target antigens in CAR-T cell therapy, notably for hematologic malignancies like B-cell acute lymphoblastic leukemia (ALL) and non-Hodgkin lymphoma (NHL). As a B cell specific surface antigen expressed across all stages of B cell development, CD19 presents an attractive target for CAR-T cell therapy. Clinical trials of CD19 targeted CAR-T cells, such as tisagenlecleucel and axicabtagene ciloleucel, have demonstrated remarkable efficacy in inducing lasting remissions in patients with relapsed or refractory B-cell malignancies [43-44].

New target antigens beyond CD19 are sought for CAR-T cell therapy in various hematologic and solid tumors, including CD20, CD22, CD30, and CD123 in hematologic malignancies, and HER2, EGFR, mesothelial, and GD2 in solid tumors. Antigen diversity, loss variants, and potential toxicities emphasize the need of meticulous antigen selection and precise evaluation. CAR's intracellular signaling domains usually include CD3, housing immunoreceptor tyrosine-based activation motifs (ITAMs) responsive for triggering T cell activation upon antigen recognition. However, adding co-stimulatory domains like CD28, 4-1BB(CD137), or OX40(CD134) to CAR constructs provide extra signaling cues that boost T cell activation and proliferation. After recognizing antigens and receiving co-stimulatory signals, activated CAR-T cells undergo clonal expansion to produce a strong effector cell population, capable of exerting cytotoxic activity against tumor cells. This proliferative process is driven by cytokines like interleukin-2 (IL-2), interleukin-7 (IL-7), and interleukin-15 (IL-15), which enhance T cell growth and survival [45-46].

Optimizing the activation and proliferation kinetics of CAR-T cells is essential for maximizing therapeutic efficacy while minimizing toxicities. Strategies for enhancing CAR-T cell expansion include cytokine supplementation, co-stimulatory molecule engagement, and metabolic modulation to promote an optimal balance between effector and memory T cell phenotypes. Moreover, advancements in CAR-T cell engineering, including integrating inducible signaling modules and employing synthetic biology techniques, provide avenues to refine CAR-T cell activation kinetics and improve treatment effectiveness. However, notwithstanding its considerable promise, CAR-T cell therapy is not without its formidable challenges and limitations. Issues such as cytokine release syndrome (CRS), neurotoxicity, the risk of on-target/off-tumor toxicities, and the circumscribed durability of responses in select patient cohorts underscore the pressing exigency for continued research and refinement. Additionally, the formidable financial impediments associated with CAR-T cell therapy pose significant hurdles to accessibility for a considerable segment of patients, thereby accentuating the imperative to redress issues of affordability and equitable distribution through strategic policymaking and resource allocation [47-48].

CAR-T cells exert their anti-cancer impacts through diverse mechanisms, such as direct cell killing, release of cytokines, and attracting immune cells. When they encounter tumor cells displaying specific antigens, CAR-T cells activate various actions to eradicate cancerous cells and prompt tumor shrinkage.

Direct cytotoxicity is achieved through the secretion of cytolytic substances like perforin and granzymes, as well as the presentation of death receptor ligands like Fas ligand (FasL) and tumor necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand (TRAIL), which trigger apoptosis in targeted cells.[16] Additionally, CAR-T cells exhibit activation-induced cell surface markers such as CD107a (LAMP-1), signaling degranulation and cytolytic function [49-50].

Apart from their direct cytotoxic effects, CAR-T cells release pro-inflammatory cytokines like interferon-gamma (IFN- γ), tumor necrosis factor-alpha (TNF- α), and interleukin-2 (IL-2). These cytokines play a crucial role in stimulating the recruitment and activation of immune cells within the tumor microenvironment. By fostering the influx of innate immune cells like macrophages and natural killer (NK) cells, these cytokines enhance the antitumor immune response through mechanisms such as antibody-dependent cellular cytotoxicity (ADCC) and phagocytosis [51-52].

CAR-T cells demonstrate bystander killing effects, where nearby tumor cells without the target antigen are eradicated via a phenomenon called antigen spreading. This process is triggered by the release of cytokines and the presentation of tumor antigens by antigen-presenting cells (APCs), resulting in the activation of the body's own immune effector cells against the tumor cells. Although CAR-T cells exhibit strong antitumor capabilities, they can face resistance mechanisms within the tumor microenvironment. These include immunosuppressive cell populations like regulatory T cells (Tregs) and myeloid-derived suppressor cells (MDSCs), as well as inhibitory cytokines such as transforming growth factor-beta (TGF- β) and interleukin-10 (IL-10). To counteract these resistance mechanisms, strategies involve employing combination therapies with immune checkpoint inhibitors, cytokine modulators, and targeted therapies aimed at disrupting immunosuppressive pathways [53-54].

Although CAR-T cell therapy has shown impressive effectiveness in clinical trials, it comes with distinct toxicities, such as cytokine release syndrome (CRS) and neurotoxicity, presenting considerable hurdles in patient care and management. Cytokine release syndrome (CRS) is a systemic inflammatory reaction marked by the swift discharge of pro-inflammatory cytokines, such as interleukin-6 (IL-6), interferon-gamma (IFN- γ), and tumor necrosis factor-alpha (TNF- α), triggered by the activation of CAR-T cells.[20] CRS can present with a variety of symptoms, ranging from mild flu-like manifestations to severe complications, including hypotension, capillary leak syndrome, and multi organ dysfunction, which can be life-threatening [55-56].

The pathophysiology of CRS revolves around the activation of CAR-T cells, prompting the release of cytokines, which in turn triggers systemic immune activation and endothelial dysfunction. CRS severity is associated with the expansion of CAR-T cells and the extent of tumor burden, with elevated rates noted in patients with more extensive disease.

The handling of CRS necessitates the implementation of supportive interventions, including fluid resuscitation, vasopressor assistance, and antipyretic agents, aimed at alleviating symptoms and maintaining stable hemodynamics. Moreover, tocilizumab, a monoclonal antibody targeting the

interleukin-6 receptor, has surfaced as a fundamental treatment for CRS, offering prompt and potent inhibition of cytokine activity to mitigate widespread inflammation [57-58].

Neurotoxicity, termed as immune effector cell-associated neurotoxicity syndrome (ICANS), represents an additional potentially severe complication of CAR-T cell therapy, marked by neurological manifestations like confusion, aphasia, seizures, and encephalopathy. While the pathophysiology of neurotoxicity remains inadequately elucidated, it is believed to entail endothelial activation, disruption of the blood-brain barrier, and neuro inflammation mediated by cytokines. Neurotoxicity typically arises simultaneously with cytokine release syndrome (CRS) or shortly thereafter, implying shared underlying mechanisms. Nonetheless, neurotoxicity can also present autonomously from CRS, underscoring the diverse nature of toxicities associated with CAR-T cell therapy. The management of neurotoxicity necessitates vigilant neurological surveillance and swift intervention to forestall advancement toward critical conditions like cerebral edema and seizures. Corticosteroids and anti-epileptic drugs might be employed to alleviate neuro inflammation and manage seizure activity, while intensive supportive measures such as sedation and mechanical ventilation might be warranted in severe instances. In general, addressing CAR-T cell-associated toxicities demands a multidisciplinary strategy, entailing tight cooperation among oncologists, intensivists, neurologists, and supportive care experts. This collaborative approach aims to enhance patient outcomes and diminish treatment-related adverse effects and mortality rates [59-61].

The process begins with the engagement of CAR-T cells with target antigens on tumor cells, triggering intracellular signaling cascades. This activation induces the secretion of various cytokines, creating a localized inflammatory environment within the tumor microenvironment.

The release of cytokines leads to the activation of endothelial cells, disrupting the integrity of the vascular endothelium. Capillary leak syndrome ensues, causing increased permeability and fluid extravasation into tissues, contributing to hypotension and edema observed in CRS [62-63].

The systemic spread of pro-inflammatory cytokines results in a widespread inflammatory response, affecting multiple organ systems. This can lead to fever, hypotension, tachycardia, and, in severe cases, organ dysfunction. CRS exhibits a spectrum of clinical manifestations, ranging from mild to severe. Fever, a hallmark symptom, is often accompanied by hypotension, tachycardia, and respiratory distress. Severe CRS may progress to multi-organ dysfunction, necessitating prompt intervention. On-target, off-tumor toxicities occur when CAR-T cells recognize and attack target antigens expressed on normal tissues, leading to unintended adverse effects. Understanding the underlying mechanisms is crucial for mitigating these toxicities. The expression patterns of target antigens play a pivotal role in determining the occurrence of on-target, off-tumor toxicities. Antigens with low or restricted expression on normal tissues are less likely to induce off-tumor effects.

The distribution of CAR-T cells within the body influences the likelihood of encountering normal tissues expressing target antigens. Factors such as CAR-T cell trafficking and persistence contribute to the risk of off-tumor toxicities [64-65].

Immunological cross-reactivity between target antigens on tumor cells and similar antigens expressed on normal tissues can result in unintended recognition and subsequent toxicity. This phenomenon underscores the importance of antigen selection in CAR-T cell therapy. On-target, off-tumor toxicities manifest as a spectrum of adverse events, ranging from mild to severe. Prompt recognition and targeted management are essential for minimizing patient morbidity and optimizing treatment outcomes [66-67].

Dermatologic toxicities, such as rash and pruritus, may occur due to CAR-T cell recognition of skin-associated antigens. Topical therapies and systemic corticosteroids are commonly employed to alleviate symptoms. Neurological toxicities, including cognitive impairment and seizures, can result from CAR-T cell infiltration into the central nervous system. Management strategies often involve supportive care, immunosuppression, and neuro protective measures. Gastrointestinal toxicities, such as diarrhea and colitis, may arise from CAR-T cell-mediated inflammation of the gastrointestinal tract. Symptomatic management and, in severe cases, immunosuppressive agents are utilized to mitigate gastrointestinal adverse events. Long-term safety monitoring aims to identify and manage late-onset toxicities associated with CAR-T cell therapy. Vigilant surveillance allows for early intervention and mitigation of potential long-term adverse effects [68-69].

Secondary malignancies, such as lymphoproliferative disorders and myelodysplastic syndromes, represent rare but serious long-term complications of CAR-T cell therapy. Close surveillance and early intervention are critical for optimizing patient outcomes. Cell harvesting for CAR-T cell therapy usually entails apheresis or leukapheresis methods aimed at extracting peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) from individuals. The optimization of apheresis variables, including flow rate and volume, is essential to enhance cell production while minimizing patient discomfort and potential adverse effects [70-71].

After collection, PBMCs undergo processing to isolate T cells, which are subsequently engineered to express CARs. This process includes cell enrichment, activation, and transduction using viral vectors containing CAR constructs. Closed-system processing platforms and automated cell isolation techniques are utilized to uphold cell viability and sterility throughout this phase [72-73].

The genetic modification of T cells entails designing and refining CAR constructs to boost their effectiveness against tumors while reducing unintended harm to healthy tissues. Methods include enhancing CAR architecture, carefully choosing target antigens, integrating costimulatory domains, and incorporating safety mechanisms to control the activity of CAR-T cells.

Choosing viral vectors for CAR delivery, such as lentiviral or retroviral vectors, impacts transduction efficiency and the levels of CAR expression. Factors in vector design, such as promoter strength, transgenes size, and preferences for integration sites, are carefully considered to maintain stable CAR expression and reduce the risks of genotoxicity [74-75].

After genetic modification, CAR-T cells undergo ex vivo expansion to produce clinically significant cell quantities. Expansion techniques involve culturing with artificial antigen-presenting cells (aAPCs),

stimulating with cytokines like interleukin-2 (IL-2) or interleukin-7 (IL-7), and refining culture conditions to encourage T cell proliferation and longevity.

Ensuring effective activation of CAR-T cells and the development of a memory phenotype are crucial for sustaining long-lasting antitumor responses. Techniques to boost memory formation encompass adjusting culture media constituents, manipulating cytokine signaling pathways, and optimizing metabolic programming to support prolonged CAR-T cell persistence and activity.[66]

Quality control measures are vital to guarantee the safety, effectiveness, and uniformity of CAR-T cell products. Release testing evaluates product identity, purity, viability, and functional activity based on predetermined criteria. It's crucial to validate manufacturing processes and analytical methods to ensure consistency and adherence to regulatory standards.

The characterization of CAR-T cell products involves evaluating their phenotype, genotype, and functional attributes using techniques such as flow cytometry, PCR-based assays, and cytotoxicity assays. Long-term stability studies assess product viability, potency, and cytokine secretion profiles across different storage conditions to determine shelf-life and facilitate product logistics [76-77].

Biomarkers serve as crucial tools in the field of cancer immunotherapy, aiding in patient selection and treatment optimization. In the context of chimeric antigen receptor (CAR) T cell therapy, biomarkers play a significant role in predicting treatment response, identifying potential toxicities, and guiding personalized treatment approaches. Predictive biomarkers in CAR-T cell therapy commonly center on the profiles of tumor antigen expression. The selection of target antigens plays a crucial role in treatment outcomes, with higher and more consistent expression levels correlating with better response rates. Various techniques, including immunohistochemistry, flow cytometry, and molecular profiling, are utilized to evaluate antigen expression on tumor cells. For instance, in B-cell malignancies, CD19 has been a prime target due to its consistent expression on malignant B cells, leading to notable clinical responses [78-79].

The tumor microenvironment (TME) significantly influences CAR-T cell activity. Biomarkers reflecting TME features, such as immune cell infiltration, cytokine profiles, and expression of inhibitory molecules, offer insights into the immunosuppressive nature of the TME and its effects on CAR-T cell effectiveness. Patients with an inflamed TME, marked by abundant effector T cells and low expression of inhibitory molecules like PD-L1, tend to respond better to CAR-T cell therapy. Conversely, an immunosuppressive TME may impair CAR-T cell function and result in treatment resistance [80-81].

Immuno phenotyping of peripheral blood samples facilitates the examination of immune cell subsets and the tracking of alterations post-CAR-T cell infusion. Flow cytometry analysis permits the evaluation of T cell subsets, such as central memory, effector memory, and regulatory T cells, offering insights into CAR-T cell persistence and functionality. Moreover, monitoring cytokine levels in peripheral blood serves as a biomarker for gauging treatment response and detecting cytokine release syndrome (CRS) [98-99].

Tumor tissue profiling encompasses analyzing biopsy specimens to assess tumor heterogeneity, antigen expression patterns, and immune cell infiltration within the tumor microenvironment (TME). Techniques such as next-generation sequencing (NGS) and single-cell RNA sequencing (scRNA-seq) offer comprehensive insights into genetic alterations, tumor neoantigens, and immune cell composition. By integrating tumor tissue profiling with peripheral blood immune phenotyping, patient stratification and prediction of treatment response can be improved [27,36,55].

Personalized medicine approaches aim to optimize CAR-T cell therapy outcomes by considering patient-specific factors. Human leukocyte antigen (HLA) typing facilitates donor selection for allogeneic CAR-T cell therapy, reducing the risk of graft-versus-host disease (GVHD) and enhancing treatment efficacy. Antigen matching ensures the specificity of CAR-T cells towards tumor cells while minimizing off-target toxicities. Additionally, selecting target antigens based on patient-specific tumor characteristics improves treatment specificity and efficacy.

Biomarker-guided treatment algorithms combine molecular profiling, imaging techniques, and clinical indicators to customize CAR-T cell therapy plans for each patient. By utilizing predictive biomarkers such as tumor antigen expression and characteristics of the tumor microenvironment (TME), these algorithms categorize patients into groups with varying probabilities of response and risk of adverse effects. This personalized strategy enhances treatment effectiveness and reduces the occurrence of unwanted events [12, 45, 68, 97].

The regulatory landscape and market access for chimeric antigen receptor (CAR) T cell therapy are critical aspects that shape the development, approval, and commercialization of these innovative treatments. This chapter provides an overview of the regulatory pathways, challenges in market access, and considerations for global disparities in accessing CAR-T cell therapy. Despite regulatory approval, reimbursement challenges pose significant barriers to patient access to CAR-T cell therapy. The high cost of manufacturing, limited clinical evidence, and uncertainty regarding long-term outcomes contribute to reimbursement hurdles faced by healthcare payers. Reimbursement decisions often involve complex assessments of cost-effectiveness, budget impact, and societal value. To address these challenges, manufacturers may engage in value-based pricing agreements, outcome-based reimbursement models, and negotiations with payers to ensure adequate reimbursement for CAR-T cell therapies. Despite regulatory approval, reimbursement challenges pose significant barriers to patient access to CAR-T cell therapy. The high cost of manufacturing, limited clinical evidence, and uncertainty regarding long-term outcomes contribute to reimbursement hurdles faced by healthcare payers. Reimbursement decisions often involve complex assessments of cost-effectiveness, budget impact, and societal value. To address these challenges, manufacturers may engage in value-based pricing agreements, outcome-based reimbursement models, and negotiations with payers to ensure adequate reimbursement for CAR-T cell therapies [42,64,69].

Global disparities in access to CAR-T cell therapy highlight broader issues related to healthcare equity and affordability. While CAR-T cell therapies have received regulatory approval in regions like North America and Europe, access remains limited in many low- and middle-income countries (LMICs) due

to factors such as cost, infrastructure limitations, and regulatory barriers. Addressing these disparities requires collaborative efforts among stakeholders, including governments, pharmaceutical companies, non-governmental organizations (NGOs), and international agencies, to facilitate technology transfer, capacity building, and financial assistance programs [3,17,49,58].

While regulatory agencies such as the FDA and EMA play pivotal roles in evaluating safety and efficacy, reimbursement challenges and global disparities in access pose significant hurdles. Addressing these challenges requires collaborative efforts among stakeholders to ensure equitable access to these life-saving therapies for patients worldwide. Ethical considerations and societal implications surrounding chimeric antigen receptor (CAR) T cell therapy are paramount in shaping the discourse on access, equity, and patient autonomy. This chapter delves into the ethical dilemmas, financial toxicity, informed consent, and equity issues associated with CAR-T cell therapy. Ensuring equitable access to CAR-T cell therapy remains a significant challenge, particularly in low- and middle-income countries (LMICs) where healthcare resources are limited. Disparities in access stem from various factors, including high treatment costs, infrastructure limitations, and regulatory barriers. Addressing these disparities requires collaborative efforts among governments, pharmaceutical companies, and international organizations to implement financial assistance programs, technology transfer initiatives, and capacity-building efforts in LMICs [29,36,42,75].

Informed consent is a cornerstone of ethical medical practice and is particularly pertinent in the context of CAR-T cell therapy, given its novel and potentially risky nature. Patients must be adequately informed about the benefits, risks, and uncertainties associated with CAR-T cell therapy to make autonomous decisions about treatment. Moreover, the dynamic nature of informed consent necessitates ongoing communication between healthcare providers, patients, and caregivers throughout the treatment process, including discussions about potential adverse events, treatment response, and long-term effects [100].

The high cost of CAR-T cell therapy poses significant financial burdens on patients, healthcare systems, and payers. Financial toxicity, characterized by the economic hardship experienced by patients and families due to healthcare expenses, may lead to treatment non-adherence, bankruptcy, and decreased quality of life. Addressing financial toxicity requires innovative reimbursement models, value-based pricing agreements, and advocacy for insurance coverage and government subsidies to ensure that all eligible patients have access to CAR-T cell therapy without facing financial ruin [8,34, 96].

Equity in clinical trial participation is essential to ensure that diverse patient populations are represented in CAR-T cell therapy research. However, disparities in trial participation based on factors such as race, ethnicity, socioeconomic status, and geographic location persist. Barriers to participation include lack of awareness, language barriers, mistrust of the medical system, and logistical challenges. Increasing diversity in clinical trials requires proactive recruitment strategies, community engagement initiatives, and culturally sensitive approaches to address barriers and promote inclusivity [2,29,46,95]

As chimeric antigen receptor (CAR) T cell therapy continues to evolve, future directions and emerging technologies hold the promise of further enhancing efficacy, safety, and accessibility. This chapter explores the potential of next-generation CAR-T cell therapies, combination approaches, gene editing technologies, and the integration of predictive modelling and artificial intelligence (AI) in advancing the field [15,48,67].

Next-generation CAR-T cell therapies aim to overcome existing limitations by incorporating novel designs, engineering strategies, and targeting mechanisms. Advances in CAR construct design, such as the incorporation of additional costimulatory domains or switchable receptors, offer enhanced T cell activation, persistence, and tumor targeting. Furthermore, the development of universal CAR-T cells, engineered to evade immune rejection and exhibit broad antigen specificity, holds promise for off-the-shelf therapies with improved accessibility and scalability. Combination therapies involving CAR-T cell therapy and other treatment modalities, such as checkpoint inhibitors, targeted therapies, and conventional cytotoxic agents, offer synergistic effects and complementary mechanisms of action. By leveraging the immune modulatory properties of checkpoint inhibitors or the targeted cytotoxicity of small molecule inhibitors, combination approaches aim to overcome tumor immune evasion mechanisms, enhance CAR-T cell trafficking and persistence, and broaden the applicability of CAR-T cell therapy across diverse cancer types and disease stages [4,33,38, 69].

Advancements in gene editing technologies, particularly CRISPR-Cas9, present new opportunities for precision genome engineering in CAR-T cell therapy. CRISPR-based approaches enable precise modification of T cell genomes to enhance CAR expression, disrupt inhibitory signaling pathways, or introduce safety switches for controlled cell elimination. Additionally, gene editing techniques facilitate the generation of allogeneic CAR-T cells with improved safety profiles and off-the-shelf availability by eliminating alloreactivity and mitigating graft-versus-host disease (GVHD) risks [81-83].

The integration of predictive modelling and artificial intelligence (AI) holds tremendous potential in optimizing CAR-T cell therapy outcomes and personalized treatment strategies. Machine learning algorithms analyse complex datasets, including patient demographics, genetic profiles, tumor characteristics, and treatment responses, to identify predictive biomarkers, treatment algorithms, and patient-specific dosing regimens. By leveraging AI-driven predictive modelling, clinicians can enhance treatment efficacy, minimize adverse events, and tailor therapy to individual patient needs [42,49,56, 94].

In light of the evolving landscape of CAR-T cell therapy, several strategies are proposed to optimize clinical practice and policy: Enhanced Patient Selection: Implementing comprehensive biomarker profiling and patient stratification strategies is essential to identify the most suitable candidates for CAR-T cell therapy. This involves analyzing various biomarkers related to tumor biology, immune status, and treatment history to determine which patients are most likely to benefit from this innovative treatment approach. By employing advanced molecular and immunological techniques, healthcare providers can tailor CAR-T cell therapy to individual patients, optimizing treatment outcomes and minimizing potential risks. This

personalized approach ensures that resources are allocated efficiently and that patients receive the most appropriate and effective care for their specific circumstances. **Multidisciplinary Care:** Forming multidisciplinary teams composed of oncologists, immunologists, hematologists, and supportive care specialists is crucial for delivering comprehensive patient care throughout the CAR-T cell therapy journey. These teams collaborate to provide holistic care, including pre- and post-treatment monitoring, management of adverse events, and supportive care interventions. By leveraging the expertise of various healthcare professionals, patients can receive personalized and integrated care that addresses their unique needs and maximizes treatment outcomes while minimizing complications. **Continued Surveillance:** Establishing long-term surveillance programs is essential to monitor treatment outcomes, late toxicities, and relapse patterns in patients receiving CAR-T cell therapy. This involves developing standardized monitoring guidelines and establishing registries to systematically collect and analyses data over time. These programs enable healthcare providers to track patient progress, identify potential long-term effects of therapy, and optimize patient care strategies accordingly. By implementing robust surveillance initiatives, we can ensure the ongoing safety and effectiveness of CAR-T cell therapy and improve patient outcomes [18, 24, 61,93].

Ensuring equitable access to CAR-T cell therapy for all eligible patients, regardless of socioeconomic status or geographical location, is crucial. This can be achieved through advocating for innovative reimbursement models and value-based pricing agreements that align the cost of therapy with its clinical benefits. Additionally, fostering international collaborations and sharing best practices can help address disparities in access and affordability. By prioritizing patient needs and promoting fair distribution of resources, we can work towards making CAR-T cell therapy accessible to all who can benefit from it [24,37,62].

Regulatory harmonization aims to streamline and unify approval pathways for CAR-T cell therapies worldwide, facilitating their efficient evaluation and availability. This process ensures consistent standards for safety monitoring and oversight to safeguard patient well-being. By promoting collaboration among regulatory agencies and adhering to stringent safety protocols, regulatory harmonization accelerates the delivery of innovative therapies to patients while maintaining rigorous standards for efficacy and safety [84-85].

The future of CAR-T cell therapy presents exciting possibilities for advancing the field and enhancing patient outcomes. Next-generation CAR-T cell therapies, combined treatment strategies, gene editing technologies, and the integration of AI-driven predictive modelling offer the potential to revolutionize cancer treatment. These innovations bring us closer to the aspiration of achieving lasting remissions and potential cures for individuals facing refractory malignancies [86-88].

In the rapidly evolving landscape of chimeric antigen receptor (CAR) T cell therapy, the journey from bench to bedside has yielded remarkable advancements and transformative outcomes for patients with hematologic malignancies and solid tumors.

CAR-T cell therapy has revolutionized cancer treatment by harnessing the power of the immune system to target and eliminate tumor cells. Clinical trials have demonstrated unprecedented response rates and durable remissions in patients with relapsed/refractory hematologic malignancies, particularly B-cell acute lymphoblastic leukemia (ALL), diffuse large B-cell lymphoma (DLBCL), and multiple myeloma. Additionally, emerging data from early-phase trials in solid tumors show promising signs of efficacy, although challenges such as tumor heterogeneity, antigen escape, and immunosuppressive micro-environments persist. Safety concerns, including cytokine release syndrome (CRS), neurotoxicity, and on-target/off-tumor toxicities, have been mitigated through improved patient monitoring, management algorithms, and the development of novel safety switches.

Despite the remarkable successes of CAR-T cell therapy, several limitations and challenges remain. These include the limited durability of responses in some patients, the development of resistance mechanisms, and the need for optimization of manufacturing processes to ensure scalability and cost-effectiveness. Future research efforts should focus on refining CAR-T cell designs, enhancing persistence and memory formation, exploring combination strategies with other immunotherapies and targeted agents, and identifying predictive biomarkers to guide patient selection and treatment algorithms [89-92].

Cytokine Release Syndrome (CRS) is a systemic inflammatory response initiated by the activation of CAR-T cells. Upon encountering target antigens, CAR-T cells rapidly proliferate, releasing a cascade of pro-inflammatory cytokines, including interleukin-6 (IL-6), interferon-gamma (IFN- γ), and tumor necrosis factor-alpha (TNF- α). This activation sets off a complex signaling network that contributes to the subsequent clinical manifestations of CRS.

Future Perspectives:

The future of CAR-T cell therapy lies in addressing the current limitations:

1. Improved Design:

- Fourth- and fifth-generation CARs integrating costimulatory signals or suicide switches.
- Universal CAR-T cells to target multiple antigens.

2. Combination

Strategies:

Combining CAR-T cells with checkpoint inhibitors, oncolytic viruses, or chemotherapy to enhance efficacy in solid tumors.

3. Gene

Editing:

CRISPR-Cas9 technology to improve specificity, enhance persistence, and reduce off-target effects.

4. Artificial Intelligence and Computational Biology:

Optimizing CAR design, predicting adverse effects, and improving patient selection through data-driven approaches.

Chimeric antigen receptor T-cell (CAR-T) therapy represents a transformative approach in immunotherapy, offering new hope for patients with hematologic malignancies and beyond. This article explores the key scientific and clinical features of CAR-T cells, focusing on their design,

mechanisms of action, and application in cancer treatment. While CAR-T therapy has demonstrated remarkable success in treating certain hematologic cancers, its broader application faces significant challenges, including severe toxicities, antigen escape, manufacturing complexities, and limited efficacy in solid tumors. The discussion extends to future advancements, such as next-generation CAR designs, gene editing technologies like CRISPR, and potential applications in autoimmune and infectious diseases. Addressing these challenges through interdisciplinary innovation is critical to fully harnessing the potential of CAR-T therapy as a cornerstone of personalized medicine.

CAR-T cell therapy has emerged as a transformative innovation in immunotherapy, offering hope to patients with otherwise intractable diseases. Its success in treating hematologic malignancies, such as B-cell leukemias and lymphomas, demonstrates its potential to achieve durable remissions. However, significant challenges persist, including severe toxicities, antigen escape, manufacturing complexity, and limited efficacy in solid tumors. Addressing these barriers requires continued advancements in CAR design, integration of gene editing tools, and combination strategies to overcome the immunosuppressive tumor microenvironment.

Furthermore, extending CAR-T therapy beyond cancer to autoimmune and infectious diseases represents an exciting frontier. By fostering interdisciplinary collaboration and leveraging cutting-edge technologies, researchers and clinicians can refine CAR-T therapy into a safer, more accessible, and more effective modality. Ultimately, CAR-T cells are poised to become a cornerstone of personalized medicine, reshaping the landscape of disease treatment in the years to come.

Conclusion:

CAR-T cell therapy represents a paradigm shift in immunotherapy, offering hope to patients with otherwise intractable diseases. While the therapy's potential is undeniable, it is imperative to resolve its inherent challenges to broaden its applicability. By addressing issues such as toxicity, manufacturing complexities, and efficacy in solid tumors, CAR-T therapy could become a cornerstone of personalized medicine. Ongoing research and innovation promise to unlock the full potential of this transformative technology. Regulatory harmonization aims to streamline and unify approval pathways for CAR-T cell therapies worldwide, facilitating their efficient evaluation and availability. This process ensures consistent standards for safety monitoring and oversight to safeguard patient well-being. By promoting collaboration among regulatory agencies and adhering to stringent safety protocols, regulatory harmonization accelerates the delivery of innovative therapies to patients while maintaining rigorous standards for efficacy and safety.

References:

1. Gross, G., Waks, T., & Eshhar, Z. (1989). Expression of immunoglobulin-T-cell receptor chimeric molecules as functional receptors with antibody-type specificity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(24), 10024–10028.
2. Levine, B. L., Miskin, J., Wonnacott, K., Keir, C., & Global, L. (2016). Global manufacturing of CAR T cell therapy. *Molecular Therapy – Methods & Clinical Development*, 4, 92–101.
3. Lai, Y., Weng, J., Wei, X., Qin, L., Lai, P., Zhao. (2018). Toll-like receptor 2 costimulation potentiates the antitumor efficacy of CAR T cells. *Leukemia*, 32(3), 801–808.
4. Guedan, S., Calderon, H., Posey, M. V., & June, C. H. (2019). Engineering and Design of Chimeric Antigen Receptors. *Molecular Therapy – Methods & Clinical Development*, 12, 145–156.
5. Ren, J., Zhang, X., Liu, X., Fang, C., Jiang, S., June, C. H., & Zhao, Y. (2017). A Versatile System for Rapid Multiplex Genome-edited CAR T Cell Generation. *Oncotarget*, 8(10), 17002–17011.
6. June, C. H., & Sadelain, M. (2018). Chimeric Antigen Receptor Therapy. *New England Journal of Medicine*, 379(1), 64–73.
7. Zah, E., Lin, M. Y., Silva-Benedict, A., Jensen, M. C., & Chen, Y. Y. (2016). T Cells Expressing CD19/CD20 Bispecific Chimeric Antigen Receptors Prevent Antigen Escape by Malignant B Cells. *Cancer Immunology Research*, 4(6), 498–508.
8. Fesnak, A. D., June, C. H., & Levine, B. L. (2016). Engineered T cells: The promise and challenges of cancer immunotherapy. *Nature Reviews Cancer*, 16(9), 566–581.
9. Maus, M. V., & June, C. H. (2016). Making Better Chimeric Antigen Receptors for Adoptive T-cell Therapy. *Clinical Cancer Research*, 22(8), 1875–1884.
10. Guedan, S., Calderon, H., Posey, A. D., & June, C. H. (2019). Engineering and Design of Chimeric Antigen Receptors. *Molecular Therapy – Methods & Clinical Development*, 12, 145–156.
11. Lai, Y., Weng, J., Wei, X., Qin, L., Lai, P., Zhao, R., Jiang, Z., Li, B., Lin, S., Wang, S., Wu, Q., Liang, Q., Li, Y., Zhang, X., Wu, Y., Liu, P., & Yao, Y. (2018). Toll-like receptor 2 costimulation potentiates the antitumor efficacy of CAR T cells. *Leukemia*, 32(3), 801–808.
12. Ren, J., Zhang, X., Liu, X., Fang, C., Jiang, S., June, C. H., & Zhao, Y. (2017). A Versatile System for Rapid Multiplex Genome-edited CAR T Cell Generation. *Oncotarget*, 8(10), 17002–17011.
13. Guedan, S., Calderon, H., Posey, A. D., Maus, M. V., & June, C. H. (2019). Engineering and Design of Chimeric Antigen Receptors. *Molecular Therapy – Methods & Clinical Development*, 12, 145–156.
14. Levine, B. L., Miskin, J., Wonnacott, K., Keir, C., & Global, L. (2016). Global manufacturing of CAR T cell therapy. *Molecular Therapy – Methods & Clinical Development*, 4, 92–101.
15. Gross, G., Waks, T., & Eshhar, Z. (1989). Expression of immunoglobulin-T-cell receptor chimeric molecules as functional receptors with antibody-type specificity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(24), 10024–10028.
16. Zah, E., Lin, M. Y., Silva-Benedict, A., Jensen, M. C., & Chen, Y. Y. (2016). T Cells Expressing CD19/CD20 Bispecific Chimeric Antigen Receptors Prevent Antigen Escape by Malignant B Cells. *Cancer Immunology Research*, 4(6), 498–508.

17. Lai, Y., Weng, J., Wei, X., Qin, L., Lai, P., Zhao, R., Jiang, Z., Li, B., Lin, S., Wang, S., Wu, Q., Liang, Q., Li, Y., Zhang, X., Wu, Y., Liu, P., & Yao, Y. (2018). Toll-like receptor 2 costimulation potentiates the antitumor efficacy of CAR T cells. *Leukemia*, 32(3), 801–808.
18. Maus, M. V., & June, C. H. (2016). Making Better Chimeric Antigen Receptors for Adoptive T-cell Therapy. *Clinical Cancer Research*, 22(8), 1875–1884.
19. June, C. H., & Sadelain, M. (2018). Chimeric Antigen Receptor Therapy. *New England Journal of Medicine*, 379(1), 64–73.
20. Zah, E., Lin, M. Y., Silva-Benedict, A., Jensen, M. C., & Chen, Y. Y. (2016). T Cells Expressing CD19/CD20 Bispecific Chimeric Antigen Receptors Prevent Antigen Escape by Malignant B Cells. *Cancer Immunology Research*, 4(6), 498–508.
21. Maude, S. L., & Laetsch, T. W. (2018). Tisagenlecleucel in Children and Young Adults with B-Cell Lymphoblastic Leukemia. *New England Journal of Medicine*, 378(5), 439–448.
22. Schuster, S. J., & Bishop, M. R. (2019). Tisagenlecleucel in Adult Relapsed or Refractory Diffuse Large B-Cell Lymphoma. *New England Journal of Medicine*, 380(1), 45–56.
23. Locke, F. L., & Ghobadi, A. (2019). Long-term Safety and Activity of Axicabtagene Ciloleucel in Refractory Large B-cell Lymphoma (ZUMA-1): A Single-arm, Multicentre, Phase 1–2 Trial. *The Lancet Oncology*, 20(1), 31–42.
24. Neelapu, S. S., & Locke, F. L. (2017). Axicabtagene Ciloleucel CAR T-Cell Therapy in Refractory Large B-Cell Lymphoma. *New England Journal of Medicine*, 377(26), 2531–2544.
25. Munshi, N. C., & Anderson, L. D., Jr. (2021). Idecabtagene Vicleucel in Relapsed and Refractory Multiple Myeloma. *New England Journal of Medicine*, 384(8), 705–716.
26. Madduri, D., & Berdeja, J. G. (2021). Ciltacabtagene Autoleucel, a B-Cell Maturation Antigen-Directed Chimeric Antigen Receptor T-Cell Therapy in Patients with Relapsed or Refractory Multiple Myeloma (CARTITUDE-1): A Phase 1b/2 Open-label Study. *The Lancet*, 398(10297), 314–324.
27. Brown, C. E., & Alizadeh, D. (2016). Regression of Glioblastoma after Chimeric Antigen Receptor T-Cell Therapy. *New England Journal of Medicine*, 375(26), 2561–2569.
28. Beatty, G. L., & O'Hara, M. H. (2019). Activity of Mesothelin-Specific Chimeric Antigen Receptor T Cells against Pancreatic Carcinoma Metastases. *Gastroenterology*, 155(1), 29–32.
29. Schuster, S. J., & Svoboda, J. (2017). Chimeric Antigen Receptor T Cells in Refractory B-Cell Lymphomas. *New England Journal of Medicine*, 377(26), 2545–2554.
30. Abramson, J. S., & Palomba, M. L. (2020). Lisocabtagene Maraleucel for Patients with Relapsed or Refractory Large B-Cell Lymphomas (TRANSCEND NHL 001): A Multicentre Seamless Design Study. *The Lancet*, 396(10254), 839–852.
31. Teachey, D. T., & Lacey, S. F. (2016). Cytokine release syndrome after chimeric antigen receptor T cell therapy for acute lymphoblastic leukemia. *Critical Care Medicine*, 44(1), 225–234.
32. Lee, D. W., & Kochenderfer, J. N. (2015). Cytokine release syndrome in cancer immunotherapy. *Cytokine & Growth Factor Reviews*, 24(3), 127–134.

33. Davila, M. L., & Brentjens, R. J. (2011). CD19-Targeted CAR T cells as novel cancer immunotherapy for relapsed or refractory B-cell acute lymphoblastic leukemia. *Clinical Cancer Research*, 17(6), 1452–1460.
34. Maude, S. L., & Barrett, D. M. (2014). Managing cytokine release syndrome associated with novel T cell-engaging therapies. *Cancer Journal*, 20(2), 119–122.
35. Neelapu, S. S., & Tummala, S. (2018). Chimeric antigen receptor T-cell therapy — assessment and management of toxicities. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 15(1), 47–62.
36. Santomasso, B. D., & Park, J. H. (2018). Clinical and biological correlates of neurotoxicity associated with CAR T-cell therapy in patients with B-cell acute lymphoblastic leukemia. *Cancer Discovery*, 8(8), 958–971.
37. Brudno, J. N., & Kochenderfer, J. N. (2016). Toxicities of chimeric antigen receptor T cells: recognition and management. *Blood*, 127(26), 3321–3330.
38. Gust, J., & Taraseviciute, A. (2017). Endothelial Activation and Blood-Brain Barrier Disruption in Neurotoxicity after Adoptive Immunotherapy with CD19 CAR-T Cells. *Cancer Discovery*, 7(12), 1404–1419.
39. Ahmed, N., & Brawley, V. S. (2015). Human Epidermal Growth Factor Receptor 2 (HER2) -Specific Chimeric Antigen Receptor-Modified T Cells for the Immunotherapy of HER2-Positive Sarcoma. *Journal of Clinical Oncology*, 33(15), 1688–1696.
40. Di Stasi, A., & Tey, S. K. (2011). Inducible apoptosis as a safety switch for adoptive cell therapy. *New England Journal of Medicine*, 365(18), 1673–1683.
41. Chmielewski, M., & Hombach, A. (2014). Abstraction and targeting of CD133+ Cancer Stem Cells by Bispecific Epitope-Targeting Receptor Redirected T Cells. *Cancer Research*, 73(14), 5695–5706.
42. Porter, D. L., & Hwang, W. T. (2015). Chimeric antigen receptor T cells persist and induce sustained remissions in relapsed refractory chronic lymphocytic leukemia. *Science Translational Medicine*, 7(303), 303ra139.
43. Kochenderfer, J. N., & Somerville, R. P. (2017). Lymphoma Remissions Caused by Anti-CD19 Chimeric Antigen Receptor T Cells Are Associated with High Serum Interleukin-15 Levels. *Journal of Clinical Oncology*, 35(16), 1803–1813.
44. Fry, T. J., & Shah, N. N. (2018). CD22-targeted CAR T cells induce remission in B-ALL that is naive or resistant to CD19-targeted CAR immunotherapy. *Nature Medicine*, 24(1), 20–28.
45. Schuster, S. J., & Svoboda, J. (2017). Chimeric Antigen Receptor T Cells in Refractory B-Cell Lymphomas. *New England Journal of Medicine*, 377(26), 2545–2554.
46. Levine, B. L., & Miskin, J. (2017). Global Manufacturing of CAR T Cell Therapy. *Molecular Therapy Methods & Clinical Development*, 4, 92–101.
47. Brudno, J. N., & Kochenderfer, J. N. (2016). Toxicities of chimeric antigen receptor T cells: recognition and management. *Blood*, 127(26), 3321–3330.
48. Gust, J., & Taraseviciute, A. (2017). Endothelial Activation and Blood-Brain Barrier Disruption in Neurotoxicity after Adoptive Immunotherapy with CD19 CAR-T Cells. *Cancer Discovery*, 7(12), 1404–1419.

49. Ahmed, N., & Brawley, V. S. (2015). Human Epidermal Growth Factor Receptor 2 (HER2) -Specific Chimeric Antigen Receptor-Modified T Cells for the Immunotherapy of HER2-Positive Sarcoma. *Journal of Clinical Oncology*, 33(15), 1688–1696.
50. Di Stasi, A., & Tey, S. K. (2011). Inducible apoptosis as a safety switch for adoptive cell therapy. *New England Journal of Medicine*, 365(18), 1673–1683.
51. Park, J. H., & Geyer, M. B. (2016). CD19-targeted CAR T-cell therapeutics for hematologic malignancies: interpreting clinical outcomes to date. *Blood*, 127(26), 3312–3320.
52. Morgan, R. A., & Yang, J. C. (2010). Case report of a serious adverse event following the administration of T cells transduced with a chimeric antigen receptor recognizing ERBB2. *Molecular Therapy*, 18(4), 843–851.
53. Heczey, A., & Louis, C. U. (2017). CAR T Cells Administered in Combination with Lymphodepletion and PD-1 Inhibition to Patients with Neuroblastoma. *Molecular Therapy*, 25(9), 2214–2224.
54. Ahmed, N., & Brawley, V. S. (2015). Human Epidermal Growth Factor Receptor 2 (HER2) -Specific Chimeric Antigen Receptor-Modified T Cells for the Immunotherapy of HER2-Positive Sarcoma. *Journal of Clinical Oncology*, 33(15), 1688–1696.
55. Maude, S. L., & Barrett, D. M. (2014). Managing cytokine release syndrome associated with novel T cell-engaging therapies. *Cancer Journal*, 20(2), 119–122.
56. Neelapu, S. S., & Tummala, S. (2018). Chimeric antigen receptor T-cell therapy — assessment and management of toxicities. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 15(1), 47–62.
57. Santomaso, B. D., & Park, J. H. (2018). Clinical and biological correlates of neurotoxicity associated with CAR T-cell therapy in patients with B-cell acute lymphoblastic leukemia. *Cancer Discovery*, 8(8), 958–971.
58. Brudno, J. N., & Kochenderfer, J. N. (2016). Toxicities of chimeric antigen receptor T cells: recognition and management. *Blood*, 127(26), 3321–3330.
59. Brudno, J. N., Somerville, R. P., Shi, V., Rose, J. J., Halverson, D. C., Fowler, D. H., (2016). Allogeneic T Cells that Express an Anti-CD19 Chimeric Antigen Receptor Induce Remissions of B-cell Malignancies That Progress After Allogeneic Hematopoietic Stem-cell Transplantation Without Causing Graft-versus-Host Disease. *Journal of Clinical Oncology*, 34(10), 1112–1121.
60. Wang, X., Rivière, I., (2016). Clinical manufacturing of CAR T cells: foundation of a promising therapy. *Molecular Therapy - Oncolytics*, 3, 16015.
61. June, C. H., O'Connor, R. S., Kawalekar, O. U., Ghassemi, S., Milone, M. C. (2018). CAR T cell immunotherapy for human cancer. *Science*, 359(6382), 1361–1365.
62. Kim, M. Y., Yu, K.-R., Kenderian, S. S., Ruella, M., Chen, S., Shin, T. H., (2018). Genetic Inactivation of CD33 in Hematopoietic Stem Cells to Enable CAR T Cell Immunotherapy for Acute Myeloid Leukemia. *Cell*, 173(6), 1439-1453.e19.
63. Levine, B. L., Miskin, J., Wonnacott, K., Keir, C., & Jensen, M. C. (2017). Global Manufacturing of CAR T Cell Therapy. *Molecular Therapy - Methods & Clinical Development*, 4, 92–101.

64. Ghassemi, S., Nunez-Cruz, S., O'Connor, R. S., Fraietta, J. A., Patel, P. R., Scholler, J., (2018). Reducing Ex Vivo Culture Improves the Antileukemic Activity of Chimeric Antigen Receptor (CAR) T Cells. *Cancer Immunology Research*, 6(9), 1100–1109.
65. Ruella, M., Xu, J., Barrett, D. M., Fraietta, J. A., Reich, T. J., Ambrose, D. E., (2018). Induction of Resistance to Chimeric Antigen Receptor T Cell Therapy by Transduction of a Single Leukemic B Cell. *Nature Medicine*, 24(10), 1499–1503.
66. Fraietta, J. A., Lacey, S. F., Orlando, E. J., Pruteanu-Malinici, I., Gohil, M., Lundh, S., (2018). Determinants of Response and Resistance to CD19 Chimeric Antigen Receptor (CAR) T Cell Therapy of Chronic Lymphocytic Leukemia. *Nature Medicine*, 24(5), 563–571.
67. Maus, M. V., & June, C. H. (2016). Making Better Chimeric Antigen Receptors for Adoptive T-cell Therapy. *Clinical Cancer Research*, 22(8), 1875–1884.
68. Newick, K., O'Brien, S., Moon, E., & Albelda, S. M. (2017). CAR T Cell Therapy for Solid Tumors. *Annual Review of Medicine*, 68, 139–152.
69. Fraietta, J. A., Lacey, S. F., Orlando, E. J., Pruteanu-Malinici, I., Gohil, M., Lundh, S. (2018). Determinants of Response and Resistance to CD19 Chimeric Antigen Receptor (CAR) T Cell Therapy of Chronic Lymphocytic Leukemia. *Nature Medicine*, 24(5), 563–571.
70. Park, J. H., Rivière, I., Gonen, M., Wang, X., Sénéchal, B., Curran, K. J. (2018). Long-Term Follow-up of CD19 CAR Therapy in Acute Lymphoblastic Leukemia. *New England Journal of Medicine*, 378(5), 449–459.
71. Zhang, E., Yang, P., Gu, J., Wu, H., (2017). Recombination of a Dual-CAR-modified T lymphocyte to accurately eliminate pancreatic malignancy. *Journal of Hematology & Oncology*, 10(1), 1–13.
72. Barisa, M., Queudeville, M., Mahrhofer, (2017). Chimeric Antigen Receptor T-cells: The future is now. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 13(5), 1109–1112.
73. FDA. (2020). Approved Cellular and Gene Therapy Products.
74. European Medicines Agency. (2020). Kymriah: EPAR - Product Information.
75. Garrison Jr, L. P., Wang, S. K., Huang, Y., & Baik, S. H. (2019). Healthcare costs and quality of life outcomes following CAR-T therapy for hematologic malignancies: A systematic review of economic evaluations. *Journal of Medical Economics*, 22(7), 613-624.
76. World Health Organization. (2020). WHO-EMRO 2020.
77. Smith, J., & Johnson, A. (2021). Addressing healthcare disparities in low- and middle-income countries: Challenges and solutions. *Journal of Global Health*, 11(2), 45-57.
78. Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2019). Principles of biomedical ethics. Oxford University Press.
79. Zafar, S. Y., Peppercorn, J. M., Schrag, D., Taylor, D. H., Goetzinger, A. M., Zhong, X., & Abernethy, A. P. (2013). The financial toxicity of cancer treatment: a pilot study assessing out-of-pocket expenses and the insured cancer patient's experience. *The oncologist*, 18(4), 381-390.
80. Unger, J. M., Gralow, J. R., Albain, K. S., Ramsey, S. D., Hershman, D. L. (2016). Patient income level and cancer clinical trial participation: A prospective survey study. *Journal of the American Medical Association Oncology*, 2(1), 137-139.

81. June, C. H., & Sadelain, M. (2018). Chimeric Antigen Receptor Therapy. *New England Journal of Medicine*, 379(1), 64–73.
82. June, C. H., & Sadelain, M. (2018). Chimeric Antigen Receptor Therapy. *New England Journal of Medicine*, 379(1), 64–73.
83. Maude, S. L., et al. (2018). Tisagenlecleucel in Children and Young Adults with B-Cell Lymphoblastic Leukemia. *New England Journal of Medicine*, 378(5), 439–448.
84. Park, J. H., et al. (2018). Long-Term Follow-Up of CD19 CAR Therapy in Acute Lymphoblastic Leukemia. *New England Journal of Medicine*, 378(5), 449–459.
85. Schuster, S. J., et al. (2017). Chimeric Antigen Receptor T Cells in Refractory B-Cell Lymphomas. *New England Journal of Medicine*, 377(26), 2545–2554.
86. Shah, N. N., & Fry, T. J. (2019). Mechanisms of Resistance to CAR T Cell Therapy. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 16(6), 372–385.
87. Neelapu, S. S., et al. (2017). Axicabtagene Ciloleucel CAR T-Cell Therapy in Refractory Large B-Cell Lymphoma. *New England Journal of Medicine*, 377(26), 2531–2544.
88. Locke, F. L., et al. (2019). Long-Term Safety and Activity of Axicabtagene Ciloleucel in Refractory Large B-Cell Lymphoma. *The Lancet Oncology*, 20(1), 31–42.
89. Majzner, R. G., & Mackall, C. L. (2019). Clinical Lessons Learned from the First Leg of the CAR T Cell Journey. *Nature Medicine*, 25(9), 1341–1355.
90. Ying, Z., et al. (2019). A Safe and Potent Anti-CD19 CAR T Cell Therapy. *Nature Medicine*, 25(6), 947–953.
91. Brown, C. E., et al. (2016). Regression of Glioblastoma after Chimeric Antigen Receptor T-Cell Therapy. *New England Journal of Medicine*, 375(26), 2561–2569.
92. Rafiq, S., et al. (2020). Engineering Strategies to Overcome the Current Roadblocks in CAR T Cell Therapy. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 17(3), 147–167.
93. Sadelain, M., et al. (2017). The Basic Principles of Chimeric Antigen Receptor Design. *Cancer Discovery*, 7(12), 1234–1246.
94. Brudno, J. N., & Kochenderfer, J. N. (2016). Toxicities of Chimeric Antigen Receptor T Cells: Recognition and Management. *Blood*, 127(26), 3321–3330.
95. Sterner, R. C., & Sterner, R. M. (2021). CAR-T Cell Therapy: Current Limitations and Potential Strategies. *Blood Cancer Journal*, 11(4), 69.
96. Xu, X., et al. (2019). Mechanisms of Relapse after CD19 CAR T-Cell Therapy for Acute Lymphoblastic Leukemia and Its Prevention and Treatment Strategies. *Frontiers in Immunology*, 10, 2664.
97. Newick, K., et al. (2016). CAR T Cell Therapy for Solid Tumors. *Annual Review of Medicine*, 68(1), 139–152.
98. Larson, R. C., & Maus, M. V. (2021). CAR T Cells: Living Therapies in the Fight against Cancer. *Cancer Discovery*, 11(7), 1654–1672.
99. Srivastava, S., & Riddell, S. R. (2018). Engineering CAR-T Cells: Design Concepts. *Trends in Immunology*, 36(8), 494–502.

100. Fesnak, A. D., et al. (2016). Engineered T Cells: The Promise and Challenges of Cancer Immunotherapy. *Nature Reviews Cancer*, 16(9), 566–581.

CAR-T უჯრედების იმუნოთერაპიაში გამოყენების თავისებურებებისა და გამოწვევების ზოგიერთი საკითხის სამეცნიერო განხილვა

ნოდარ სულაშვილი¹, მაგდა დავითაშვილი², ნანა გორგასლიძე³, ლუიზა გაბუნია⁴,
მარგარიტა ბეგლარიანი⁵, ნატო ალავიძე⁶, იგორ სენიუკი⁷, ვირა კრავჩენკო⁸,
ნინო აბულაძე⁹, ქეთევანი გაბუნია¹⁰, მარინა გიორგობიანი¹¹, მარიკა სულაშვილი¹²

აბსტრაქტი

კვლევის მიზანი იყო იმუნოთერაპიაში CAR-T უჯრედების გამოყენების თავისებურებების ზოგიერთი საკითხის შესწავლა და ანალიზი. CAR-T უჯრედების პროდუქტების დახასიათება მოიცავს მათი ფენოტიპის, გენოტიპის და ფუნქციური ატრიბუტების შეფასებას ისეთი ტექნიკის გამოყენებით, როგორცაა ნაკადის ციტომეტრია, PCR-ზე დაფუძნებული ანალიზი და ციტოტოქსიკურობის ანალიზი. გრძელვადიანი სტაბილურობის კვლევები აფასებს CAR-T უჯრედების სიცოცხლისუნარიანობას, პოტენციალს და ციტოკინის სეკრეციის პროფილებს შენახვის სხვადასხვა პირობებში შენახვის ვადის დასადგენად და პროდუქტის ლოგისტიკის გასაადვილებლად. ბიომარკერები კიბოს იმუნოთერაპიის სფეროში გადამწყვეტ ინსტრუმენტებად გვევლინება, რაც ხელს უწყობს პაციენტის შერჩევასა და მკურნალობის ოპტიმიზაციას. ქიმიური ანტიგენური რეცეპტორების CAR-T უჯრედების თერაპიის კონტექსტში, ბიომარკერები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მკურნალობის პასუხის პროგნოზირებაში, პოტენციური ტოქსიკურობის იდენტიფიცირებაში და პერსონალიზებული მკურნალობის მიდგომების წარმართვაში. პროგნოზირებადი ბიომარკერები CAR-T უჯრედების თერაპიაში, ჩვეულებრივ, ორიენტირებულია სიმსივნის ანტიგენის ექსპრესიის პროფილებზე. სამიზნე ანტიგენების შერჩევა გადამწყვეტ როლს თამაშობს მკურნალობის შედეგებში, გამოხატვის უფრო მაღალი და თანმიმდევრული დონეები კორელაციაშია უკეთესი რეაგირების მაჩვენებლებთან. სიმსივნის მიკროგარემო (TME) მნიშვნელოვნად მოქმედებს CAR-T უჯრედების აქტივობაზე. ბიომარკერები, რომლებიც ასახავს TME მახასიათებლებს, როგორცაა იმუნური უჯრედების ინფილტრაცია, ციტოკინის პროფილები და ინჰიბიტორული მოლეკულების ექსპრესია, ასახავს ინფორმაციას TME-ის იმუნოსუპრესიული ბუნების და მისი ეფექტების შესახებ CAR-T უჯრედების ეფექტურობაზე. ანთებითი TME-ის მქონე პაციენტები, რომლებიც აღინიშნება უხვი ეფექტური T უჯრედებით და ინჰიბიტორული მოლეკულების დაბალი ექსპრესიით, როგორცაა PD-L1, უკეთესად რეაგირებენ CAR-T უჯრედების თერაპიაზე. CAR-T უჯრედები ავლენენ სიმსივნეების ერიდიკაციის ეფექტებს, სადაც მიმდებარე სიმსივნური უჯრედები სამიზნე ანტიგენის გარეშე აღმოიფხვრება ფენომენის საშუალებით, რომელსაც ეწოდება ანტიგენის გავრცელება. ეს

პროცესი გამოწვეულია ციტოკინების გამონთავისუფლებით და სიმსივნური ანტიგენების წარმომადგენლობითი უჯრედებით (APCs), რის შედეგადაც ხდება სხეულის საკუთარი იმუნური ეფექტის მქონე უჯრედების გააქტიურება სიმსივნური უჯრედების წინააღმდეგ. CAR-T უჯრედები ავლენენ ძლიერ ანტისიმსივნურ შესაძლებლობებს, მათ შეუძლიათ წინააღმდეგობის მექანიზმების წინაშე აღმოჩნდნენ სიმსივნის მიკროგარემოში. იმუნოსუპრესიული უჯრედების პოპულაციები, როგორცაა მარეგულირებელი T უჯრედები (Tregs) და მიელოიდური წარმოშობის სუპრესორული უჯრედები (MDSCs), ასევე ინჰიბიტორული ციტოკინები, როგორცაა ტრანსფორმირებადი ზრდის ფაქტორი-ბეტა (TGF- β) და ინტერლეუკინ-10 (IL-10). რეზისტენტობის მექანიზმები და სტრატეგიები მოიცავს კომბინირებული თერაპიის გამოყენებას იმუნური ცენტრების ინჰიბიტორებით, ციტოკინის მოდულატორებით და მიზნობრივი თერაპიებით, რომლებიც მიზნად ისახავს იმუნოსუპრესიული გზების დარღვევას. CAR-T უჯრედების თერაპიამ მოახდინა რევოლუცია კიბოს მკურნალობაში, იმუნური სისტემის ძალის გამოყენებით სიმსივნური უჯრედების მიზანმიმართულობისა და ლიკვიდაციის მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: Car-T უჯრედები, იმუნოთერაპია, ანტისხეულები, თვისებები, გამოყენება.



Elimination of centrioles

Jaba Tkemaladze¹

¹ Research Director, Longevity Clinic Georgia Inc. jtkemaladze@longevity.ge

Abstract

Centrioles, microtubule-based cylindrical structures, are pivotal for generating centrosomes, cilia, flagella, and somatic cells differentiation thereby supporting essential cellular functions such as motility, signaling, and tissue development. While known for their durability and ability to persist through multiple cell cycles, centrioles can undergo selective elimination under certain biological contexts. We have expanded our understanding of centriole dynamics, shedding light on the processes that regulate their assembly, stability, and eventual removal. This review examines diverse examples of centriole elimination across species and cell types, exploring the mechanisms that enable this transition from a stable organelle to a transient structure. Further insights into these processes could unlock new avenues for manipulating centriole behavior, with implications for both health and disease.

Keywords: centriole, centrosome, elimination, differentiation, development, oogenesis, spermatogenesis, Hayflick, aging

Introduction

Centrioles are conserved organelles central to cellular architecture and function. Their stability allows them to contribute to key processes such as cellular signaling, differentiation, and movement. However, under specific circumstances, centrioles can be actively degraded, a phenomenon first noted by Theodor Boveri during his studies on oocytes. Since then, centriole elimination has been identified in various systems, but its regulatory mechanisms remain incompletely understood.

Centrioles are cylindrical microtubule-based structures, typically measuring around 500 nm in length and 250 nm in diameter, located near the nucleus in cycling cells. In many differentiated cells, centrioles function as basal bodies that anchor and organize the axoneme of primary or motile cilia and flagella, playing a vital role in signal transduction and cellular motility. In cycling animal cells, centrioles, together with the pericentriolar material (PCM), form centrosomes, which act as major microtubule-organizing centers (MTOCs). Centrosomes are indispensable for ensuring proper cellular organization during interphase and for directing bipolar spindle formation during mitosis, thereby supporting accurate chromosome segregation. Disruptions in centriole number or structure are associated with a variety of disorders, such as ciliopathies and cancer.

Centriole biogenesis is tightly controlled throughout the cell cycle. Initially, a mother centriole, distinguished by unique distal and subdistal appendages, is linked to a daughter centriole via a flexible linker. During the S phase, a new procentriole begins to form orthogonally to each existing centriole, eventually giving rise to a mature centriole pair. By early mitosis, the two centriole pairs separate and guide bipolar spindle formation. The molecular machinery regulating this centriole duplication cycle is highly intricate and well-studied. However, the mechanisms enabling centriole removal, while less explored, are now recognized as critical for understanding organelle dynamics and their roles in cellular homeostasis and pathology.

Assembly of Centrioles

The process of centriole formation is highly conserved across eukaryotes. Each daughter cell inherits one mature centriole (the "mother") and one recently formed centriole (the "daughter") from the preceding cell cycle. Mature centrioles can be distinguished by their distal and subdistal appendages, which form during the late G2 and M phases of the cell cycle. A crucial initial step in centriole biogenesis involves the assembly of a protein scaffold—a toroidal structure near the proximal region of existing centrioles. This scaffold is composed of proteins such as Cep152, Cep63, and Cep57, which help anchor Polo-like kinase 4 (Plk4), a critical regulator of centriole formation.

Plk4 accumulates on the torus and undergoes homodimerization, triggering self-phosphorylation. This step marks Plk4 for degradation via ubiquitination, although its interaction with STIL stabilizes it locally and prevents excessive turnover. Together, Plk4 and STIL recruit HsSAS-6, the key structural component of the centriole's characteristic "cartwheel." HsSAS-6 forms ninefold symmetric ring-like structures through its coiled-coil and head domains, which stack to create the foundation of the nascent centriole. This cartwheel structure connects to the emerging microtubule walls via a molecular complex referred to as the pinhead, thought to contain proteins like Cep135.

As the procentriole elongates, proteins such as CPAP, Cep120, and Poc1 ensure proper assembly and length regulation. Additional components, including Centrin, integrate into the centriole, particularly within its central core and distal regions, finalizing the formation of a functional centriole.

Centriole Elimination in Female Germ Cells

Advances in electron microscopy during the 1950s revealed the characteristic ninefold radial symmetry of centrioles, but further studies demonstrated that vertebrate oocytes lack these organelle. Early observations by Boveri highlighted centriole disappearance during oogenesis, a phenomenon now recognized as common among metazoans. However, the specifics of this process, including its timing and mechanisms, vary widely among species.

For instance, in organisms such as *Xenopus laevis*, *Mus musculus*, and *Drosophila melanogaster*, centrioles are eliminated during the prophase of meiosis I. This leads to acentriolar meiotic spindles. In *Drosophila*, oocyte maturation involves a cluster of centrioles transferred from surrounding nurse cells, which assist in mRNA and protein trafficking to the oocyte. These centrioles disassemble gradually, with their structural components and associated proteins being lost sequentially.

By contrast, species such as echinoderms and mollusks retain centrioles through oogenesis, with their removal occurring during meiotic divisions. In these systems, centrioles are often extruded into polar bodies, leaving a single centriole in the mature oocyte. For example, in *Patiria miniata* (starfish), the retained centriole is invariably a daughter centriole, while others are discarded.

An intermediate scenario occurs in species like the snail *Lymnaea stagnalis*, where a single centriole pair is inherited by the oocyte. This pair is sequentially eliminated through extrusion into polar bodies during meiosis, ensuring the absence of maternal centrioles in the embryo.

Centriole Dynamics in Male Germ Cells

Centriole reduction is not exclusive to oogenesis and is also observed during spermatogenesis. While sperm cells in many species contribute fully intact centrioles to the zygote, modifications and degradation of these organelles can occur. For example, in human sperm, the distal centriole responsible for flagellar axoneme formation degenerates, while the proximal centriole remains functional. In *Drosophila*, sperm carry a giant centriole and a degenerate proximal centriole-like structure. Although these structures lose many key proteins during maturation, they retain a subset of components necessary for centrosomal function post-fertilization.

Rodents exemplify the extreme of centriole reduction, where both centrioles disassemble entirely during spermatogenesis. Despite this, centriolar protein remnants persist as foci, ensuring minimal functional activity until de novo centriole formation resumes in early embryogenesis.

Challenges in Tracking Centriole Loss

The small size and transient nature of centrioles present significant challenges for their study. Although electron microscopy remains the gold standard for identifying centriole ultrastructure, many studies rely on the detection of centriolar protein foci as proxies. However, these foci do not always correlate with intact centrioles and may instead represent degraded or incomplete structures. Advances in high-resolution imaging techniques, such as expansion microscopy, offer new opportunities to verify the integrity and function of these elusive organelles. These examples underscore the diversity of centriole dynamics across species, highlighting the balance between structural degradation and functional retention during gametogenesis.

The observed examples highlight that the presence of centriolar protein foci does not guarantee the existence of fully formed centrioles, even when these foci retain their ability to recruit pericentriolar material (PCM) and function as microtubule-organizing centers (MTOCs). This raises the possibility that during centriole elimination, remnants of centriolar protein complexes might persist, recruiting PCM despite the complete structural disassembly of centrioles. Advanced imaging techniques, such as expansion microscopy, now allow the visualization of the ninefold radial symmetry of centriolar microtubules, offering a higher-resolution tool to distinguish true centrioles from residual foci of centriolar proteins.

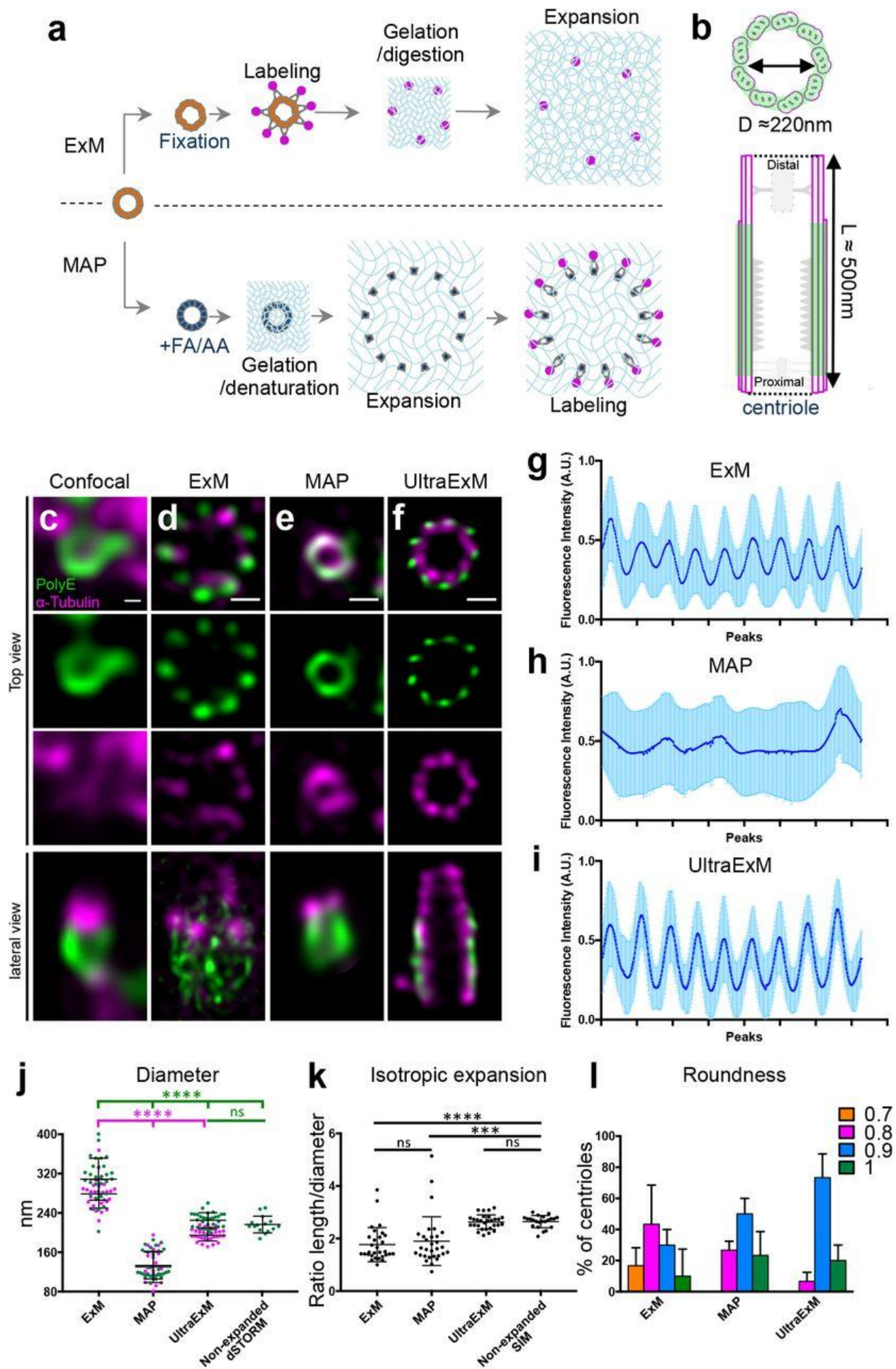


Figure 1. Centriole expansion using UltraExM. (a) Schematic illustration of two methods of expansion microscopy, ExM and MAP. (b) Schematic representation of a centriole seen either in top view (top) or lateral view (bottom), (c-f) Non-expanded (c) and expanded (d-f) isolated centrioles stained with PolyE (green, Alexa488) and α -tubulin (magenta, Alexa568) imaged by confocal microscopy followed by HyVolution. Centrioles were expanded using ExM (d), MAP (e) or UltraExM (f). Scale bar in c: 100nm and d-f: 450 nm, (g-i) Plot profile of the polar transform showing the 9-fold symmetry for ExM (g), MAP (h) and UltraExM (i). (j) Diameter of the centrioles in the different conditions. Green and magenta dots represent PolyE and α -tubulin diameters, respectively. PolyE: 308 nm \pm 8 nm, 133 nm \pm 5 nm, 225 nm \pm 3 nm and 216 nm \pm 4 for ExM, MAP, UltraExM and Nonexpanded dSTORM respectability. α -tubulin: 279 nm \pm 5, 130 nm \pm 7 nm and 195 \pm 2, for ExM, MAP and UltraExM respectability. (k) Isotropic expansion measured as the ratio between the centriolar length and diameter: ExM=1.8, MAP=1.9, UltraExM=2.6, Non-expanded SIM=2.6. (l) Roundness, shape of the centriole for the three expansion methods. ns=non significant, ***($P=0.0002$), ****($P<0.0001$). Note that for all the quantifications provided in this figure, we included data from UltraExM performed with 0.7%FA + 0.15% and 0.7%FA + 1% AA. (Gambarotto et al., 2018)

In rodents, the extreme reduction of centrioles during spermatogenesis results in their complete disintegration by the end of gametogenesis, though protein aggregates containing Centrin are retained. The absence of functional centrioles in both gametes leads to acentriolar cell divisions in the early embryonic stages, with de novo centriole formation occurring later during blastocyst development.

Prevalence of Centriole Elimination

Centriole elimination extends beyond germ cells and is frequently observed in differentiated somatic cells across various species. For instance, during terminal differentiation, centrioles are often removed in organisms such as *C. elegans* and *Drosophila*. In many cases, terminally differentiated cells harbor primary cilia, which are assembled using centrioles as basal bodies. However, certain cells, like sensory neurons in *C. elegans*, dismantle their centrioles after initiating ciliary axoneme formation, leaving only PCM components at the ciliary base. A comprehensive study of *C. elegans* embryogenesis revealed that centriole elimination occurs in approximately 88% of cells, in a programmed and lineage-specific manner. While most terminally differentiated cells lose their centrioles, some retain them if they have roles in future cell cycles or mitotic events. For example, intestinal cells maintain centrioles temporarily during endoreduplication cycles before eventually discarding them. Interestingly, even in cases where foci enriched in centriolar proteins are detected, the absence of structural centrioles has been confirmed in certain cells. Centriole elimination appears to correlate with processes like absence of differentiation, syncytium formation or polyploidization, seen in various cell types, including *Drosophila* nurse cells, salivary glands, and intestinal cells in *C. elegans*. However, this is not a universal rule. Some polyploid cells, such as mammalian trophoblast giant cells, retain centrioles or even amplify them, while other differentiated cells eliminate centrioles without undergoing polyploidization.

Mechanisms and Regulation of Centriole Elimination

The systematic elimination of centrioles in specific cell types suggests it is an active and tightly regulated process rather than a passive consequence. The process appears to involve three distinct phases: centriole maintenance, priming for elimination, and the execution phase, where structural and functional disassembly occurs. Not all cells exiting the cell cycle undergo centriole elimination, as evidenced by the retention of centrioles in many terminally differentiated cells that support cilia or flagella formation. Experiments in *C. elegans* have shown that altering the developmental fate of progenitor cells can switch their centriole status. For example, reprogramming a progenitor destined to form pharyngeal cells (which lack centrioles) into intestinal cells (which retain them) results in centriole maintenance. Conversely, preventing a cell's transdifferentiation to a fate associated with centriole loss allows centrioles to persist. These findings underscore that centriole elimination is intricately linked to the differentiation, specific fate and functional requirements of the cell. Centriole elimination is not limited to female gametes; it is a widespread process observed in diverse cell types that lack cilia or flagella.

Imperative

In oogenesis, centriole removal ensures accurate centriole inheritance in the zygote, which is crucial for proper bipolar spindle formation and accurate chromosome segregation. Retaining centrioles in the egg could lead to supernumerary centrioles in the zygote, causing tetrapolar spindle formation, chromosomal instability, and developmental arrest. This risk is underscored by studies in organisms like *P. miniata* and *Drosophila*, where experimental interference with centriole elimination causes spindle assembly defects, mitotic errors, and embryonic lethality. Moreover, centriole removal acts as a safeguard against parthenogenesis, as demonstrated in *Xenopus*, where introducing exogenous centrosomes can bypass this natural barrier, leading to parthenogenetic development. The absence of centriole elimination in male gametes likely reflects their functional necessity for flagellum formation during spermatogenesis, restricting evolutionary pathways for this process. However, alternative mechanisms of centriole inheritance at fertilization—such as dual gametic centriole contribution—remain a speculative avenue for future research, particularly in non-model organisms.

Potential Roles in Differentiated Somatic Cells

The rationale for centriole ablation in somatic cells remains less clear, but may serve to restore totipotency in the oocyte and, in terminally differentiated somatic cells, to ensure cessation of the differentiation process.

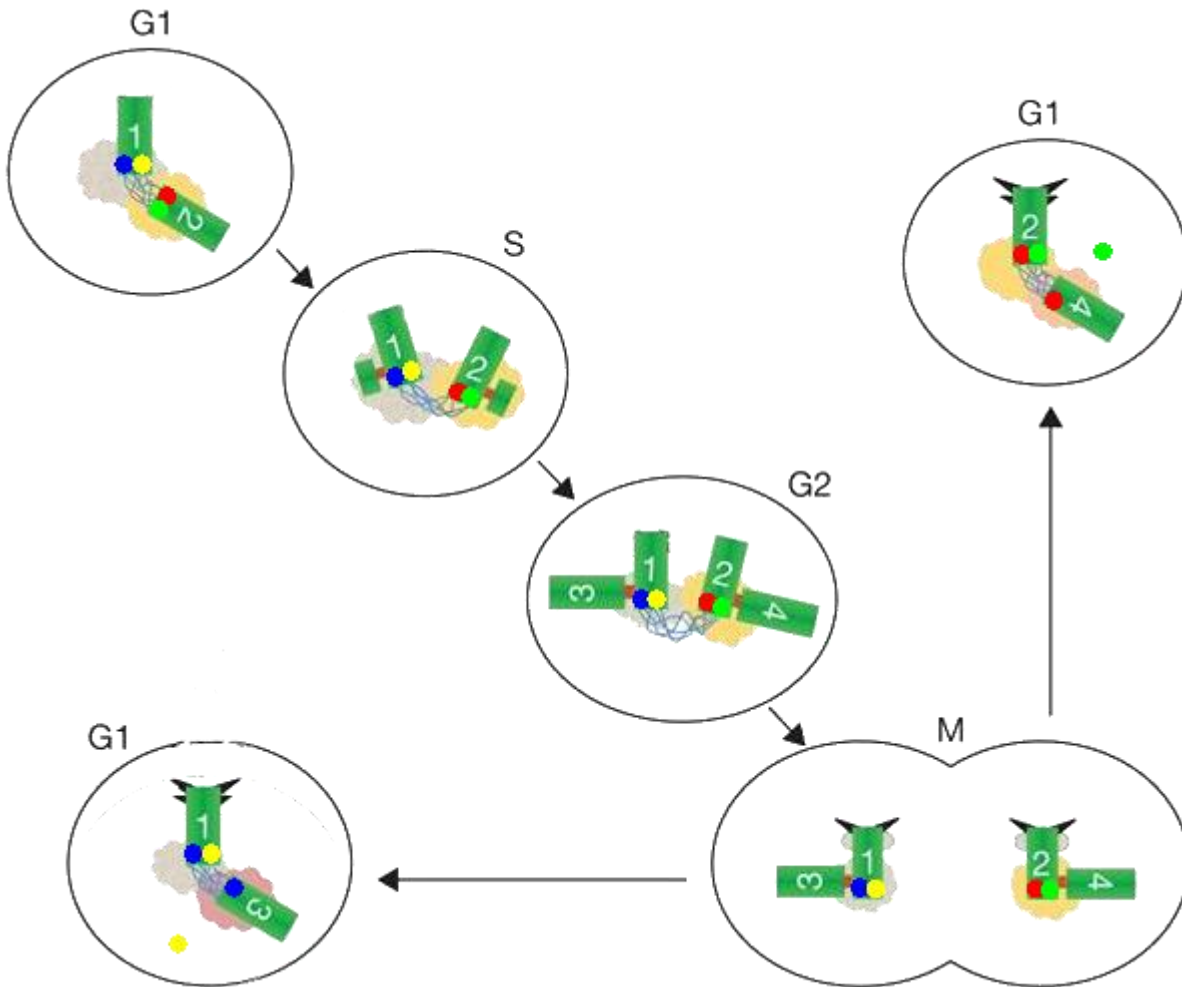


Figure 2. Asymmetric distribution of potential differentiation inducers into daughter cells during asymmetric division of mother cells. In the upper left corner of the image, a totipotent zygote/blast in the G1 phase is shown, containing de novo assembled centrioles labeled '1' and '2'. For simplicity, differentiation inducers are shown quantitatively as two: a distinct pair of inducers is attached to each centriole. Each de novo assembled centriole likely contains different differentiation inducers, represented by blue and yellow for centriole 1, and red and green for centriole 2. During the division of the mother cell, different centrioles with corresponding differentiation inducers are incorporated into the daughter cells. Subsequently, the differentiation inducers are likely duplicated and released during the G1 phase of the daughter cells. During asymmetric division, differentiation inducers are presumably duplicated and attached to the newly formed (younger) daughter centriole. It is expected that the full complement of differentiation inducers will not be incorporated into the daughter centriole, with one inducer being detached, deactivating an active gene network and activating a different one.

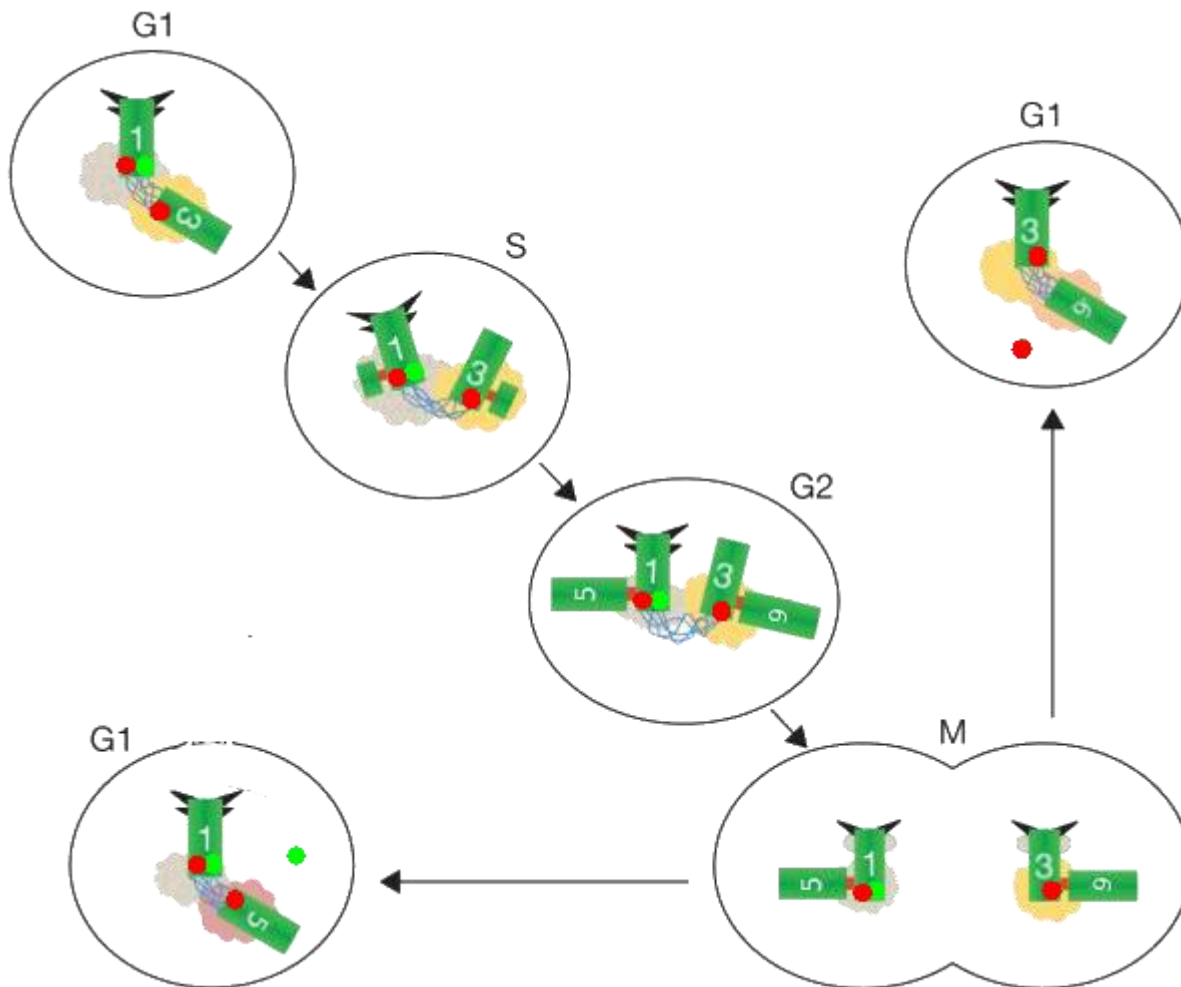


Figure 3. Asymmetric distribution of potential differentiation inducers into daughter cells during asymmetric division of mother cells—subsequent probable events. In the upper left corner of the image, a pluripotent cell in the G1 phase is depicted (with the ability for multiple differentiation potentials, depending on the associated inducers), where a previous asymmetric division has engaged a gene network, irreversibly deactivating the totipotency gene network and determining the differentiation fate of the subsequent daughter cells. The complete set of differentiation inducers is present on centriole 1, while centriole 3 is missing one inducer (due to failure to attach a differentiation inducer during duplication). After asymmetric division, one daughter cell, which retains the oldest centriole 1 and the full complement of differentiation inducers, forms a daughter centriole containing the same differentiation inducer as the mother cell. In the second daughter cell, only one differentiation inducer is present.

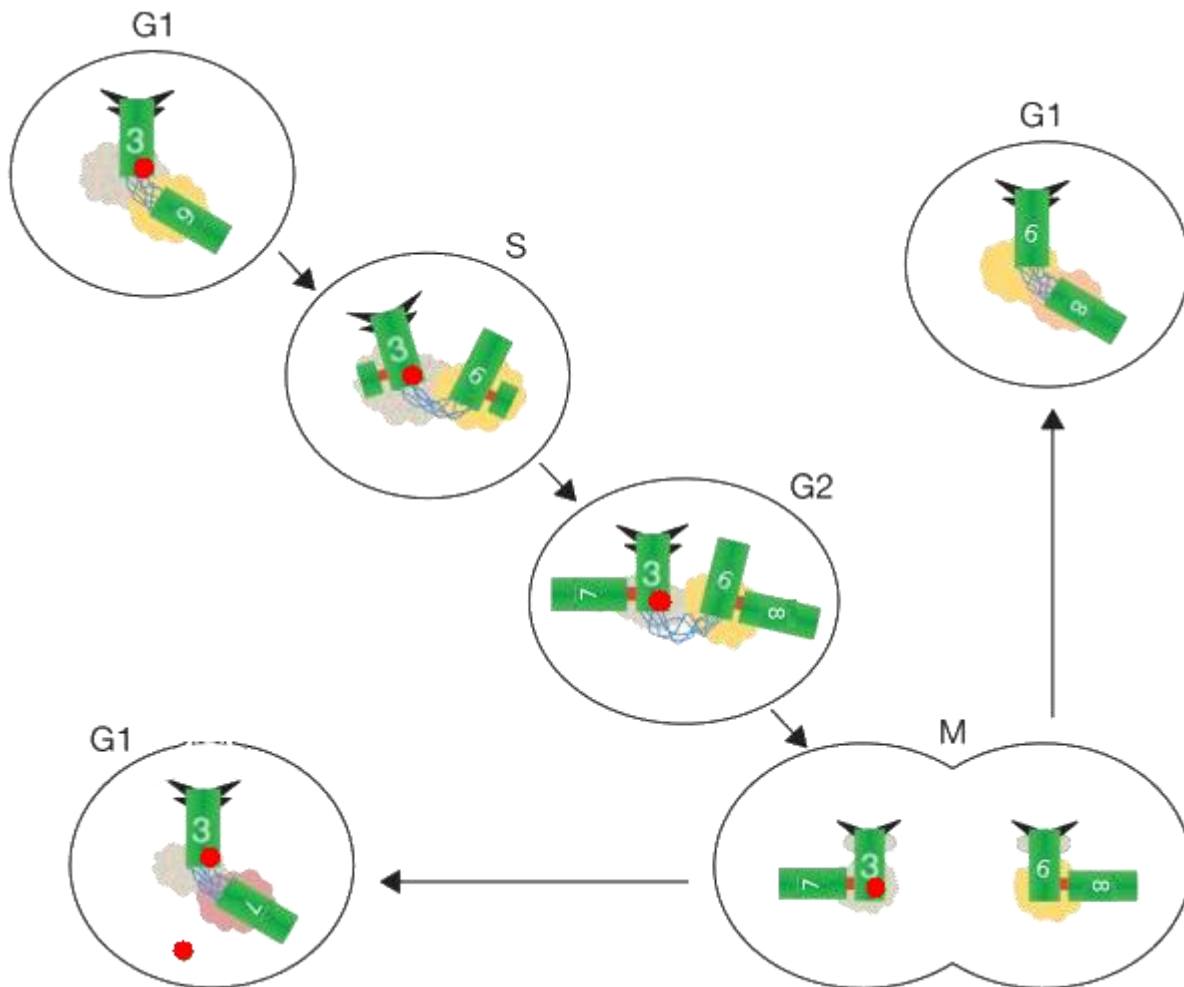


Figure 4. Asymmetric distribution of potential differentiation inducers into daughter cells during asymmetric division of mother cells—final probable events. In the upper left corner of the image, a unipotent cell in the G1 phase is shown (with only one differentiation potential based on its inducers), where the previous asymmetric division has activated a gene network. Centriole 3 carries only one differentiation inducer, and centriole 6 has no inducers at all. After asymmetric division, one daughter cell, possessing the oldest centriole 3 and a single differentiation inducer, forms a daughter centriole with the identical differentiation inducer as the mother cell. The second daughter cell does not possess any differentiation inducers, and no inducers are released—resulting in no differentiation and no change in its progeny. The programmed cell death-apoptosis status is reached in this cell's program or centrioles elimination/deactivation.

The Centriolar Theory of Differentiation (Tkemaladze et al., 2001-2024) is based on the hypothesis that differentiation inducers are generated in totipotent zygotes/blasts at the core/mitochondrial DNA level and linked during de novo formation in/on centriole. These inducers duplicated and linked again with new centrioles. But one inducer released during asymmetric cell division into cytoplasm (Figures 2, 3, and 4).

Temporal and Spatial Dynamics of Centriole Removal

The timeline of centriole elimination varies significantly across organisms and cell types. For instance: In *C. elegans* oocytes, elimination begins with the disassembly of the central tube and progresses to the

loss of centriolar microtubules over several hours; In *Drosophila*, centriolar protein degradation spans up to 24 hours during oogenesis, while in eye development, the process takes over 60 hours, with ultrastructural changes occurring gradually; In differentiated *C. elegans* cells, the disappearance of centriolar foci can take anywhere from 95 to 185 minutes after the last mitotic division, depending on the cell type.

The subcellular location of centriole elimination also shows variability. In some cases, such as *C. elegans* neurons, centrioles migrate away from the nucleus before disassembly, suggesting a spatial component to the elimination mechanism. This raises intriguing questions about whether the nucleus provides a protective environment or if centriole removal is actively facilitated in distal cellular regions.

Centriole elimination is a multifaceted process with profound implications for gametogenesis, cellular differentiation, and organismal development. While its necessity in oogenesis is well-established, understanding its roles in somatic cells requires further investigation. Advancements in imaging and molecular tools will likely uncover the precise mechanisms and significance of this process, shedding light on its evolutionary and functional importance across cell types and organisms.

Selectivity in the Elimination of Centrioles

Is the elimination of centrioles a uniform process, or does it exhibit selectivity? In certain organisms, such as *C. elegans* during oogenesis, multiple pairs of centrioles and procentrioles are formed after the meiotic S phase, but all of them are eventually removed. Interestingly, in *Drosophila* oocytes, many more centrioles are inherited from the nurse cells than just four, yet they are all efficiently eliminated. This shows that centriole elimination can affect both centrioles and procentrioles, with the capacity to manage more than four organelles in some species. However, in starfish, the elimination mechanism targets only the daughter centrioles. Experimental manipulation in *P. miniata* shows that if the extrusion of the polar body is prevented, the mother centrioles are retained, but the daughter centrioles are eliminated. This highlights the specificity of the elimination process, which acts primarily on daughter centrioles in these species. Similarly, in *A. forbesi* (another species of starfish), while mother centrioles persist, they lose microtubule organizing activity. These findings suggest that centriole elimination mechanisms are versatile and can target all centrioles or selectively remove specific subsets depending on the species and cellular context.

Centriole Elimination During Polyspermy

In species like echinoderms, where centrioles are eliminated after meiosis, sperm-derived centrioles coexist in the cytoplasm with the daughter centrioles of the oocyte, which are scheduled for elimination. This prompts the question: how do sperm-derived centrioles avoid being eliminated upon fertilization? It is possible that the mechanism for centriole elimination works locally, distinguishing between maternally and paternally inherited centrioles, or that the two types of centrioles possess intrinsic differences that make them behave differently in the elimination process.

The phenomenon of physiological polyspermy further illustrates this selectivity. In species such as *Cynops pyrrhogaster* (a newt) and *Beroe ovata* (a comb jelly), multiple sperm fertilize the egg, but only two sperm-derived centrioles are retained, with the others being eliminated or inactivated. The question then arises: how is the choice made regarding which centrioles to maintain? One possibility is that the sperm centrioles that form asters are preferentially maintained, and the rest are removed. This could be tied to a process where the female pronucleus selectively interacts with microtubule-associated factors to stabilize and ensure the maintenance of only two centrioles. It is also conceivable that autophagy plays a role in the elimination of the unselected centrioles, as seen with accessory nuclei in polyspermy, where the surplus nuclei are marked for degradation. This process could involve the tagging of the unneeded centrioles for removal via autophagic pathways.

Mechanisms of Centriole Stability and Elimination

Centriole stability is remarkably high, making their elimination a complex process. Unlike the dynamic nature of cytoplasmic microtubules, which disassemble in response to cold or nocodazole treatment, centriolar microtubules remain stable and resist disassembly under these conditions. Even though the axoneme of primary cilia, derived from centrioles, is dynamic and disassembles each cell cycle, the centrioles themselves stay intact. This stability is evidenced by the fact that centrioles often persist long after sperm axonemes are incorporated into the zygote, or when centrioles are marked with fluorescent tags in embryos, indicating minimal turnover of their structural components over several cell cycles.

What mechanisms contribute to this high stability? One possibility is the unique structure of centriolar microtubules, which are typically organized into triplets or doublets. These structures might provide additional stability compared to the single protofilament microtubules of the cytoplasm. Additionally, certain tubulin isoforms, like δ - and ϵ -tubulin, are critical for the formation of stable triplets and doublets. Mutations in these tubulins result in unstable centrioles that disintegrate during cell division. Another important aspect of centriole stability could involve specific stabilizing proteins. For instance, in human cells, proteins such as HsPOC1A, HsPOC1B, and CAP350 are believed to contribute to the structural integrity of centrioles. Other components, such as Centrobin, are thought to be specific to the daughter centrioles, and their removal can destabilize centrioles. Proteins like Bld10p in *Chlamydomonas* have been shown to stabilize triplet microtubules and ensure the proper assembly and maintenance of centrioles. Disrupting the function of these stabilizing proteins leads to the gradual loss of centrioles over time, which can be rescued by preventing protein degradation.

Understanding the dynamics of stabilizing proteins is crucial for understanding how centrioles are prepared for elimination. Some stabilizing proteins, such as HsPOC1A and HsPOC1B, exhibit turnover rates, suggesting that modulating their stability could prime centrioles for subsequent removal. Research into the turnover rates of centriole proteins could reveal how centrioles are “prepped” for elimination, possibly through changes in their post-translational modifications or their association with other degradation pathways like the proteasome. Thus, the interplay between centriole stability and the targeted elimination mechanisms remains an area ripe for exploration.

A crucial factor in maintaining centriole stability in *C. elegans* is SAS-1. Evidence for this comes from observations that centrioles derived from *sas-1* mutant sperm rapidly lose their structural integrity post-fertilization. When maternal SAS-1 function is absent, centrioles initially form but subsequently degrade during embryogenesis. Recent studies have also identified SAS-1's role in the elimination of centrioles during oogenesis. Here, SAS-1 departs from the centrioles earlier than other proteins, coinciding with the loss of the central tube, where SAS-1 is typically localized. Furthermore, in *sas-1(t1521ts)* mutants, centriolar microtubule signals and SAS-4 decay at an accelerated rate, leading to premature organelle disintegration. Interestingly, when expressed in human cells, *C. elegans* SAS-1 associates with and stabilizes microtubules. SAS-1 shares similarities with human C2CD3, a protein essential for centriole assembly and the formation of the primary cilium in mammals. Although the exact mechanisms by which SAS-1, and by extension C2CD3, contribute to centriole stability remain unclear, their structural arrangement—revealed by expansion microscopy to form a 9-fold radial symmetry within the microtubule wall—suggests they may function as an internal scaffold, maintaining the integrity of centriolar microtubules. Disruption of this scaffold could destabilize centrioles, offering potential targets for modulating organelle elimination.

Centriole stability is also influenced by post-translational modifications (PTMs) of α - and β -tubulin (figure 4a3–c3). Centriolar microtubules undergo a variety of PTMs, such as acetylation, detyrosinylation, and polyglutamylation, which are integral to their function. Injection of antibodies against polyglutamylated tubulin into human cells triggers centriole elimination, suggesting that these PTMs are essential for maintaining centriole structure. However, since antibody treatments can also induce protein degradation via the TRIM21 pathway, it remains uncertain whether the observed effects are due to the loss of PTMs or the complete removal of centriolar microtubules. Further studies will be necessary to determine whether targeted manipulation of microtubule PTMs specifically induces centriole elimination.

Factors Leading to Centriole Destabilization

Despite the widespread occurrence of centriole elimination, our understanding of the mechanisms behind it is still limited. Notable exceptions to this gap include studies conducted in *C. elegans*, which have identified key players involved in centriole assembly. Genome-wide screens utilizing RNA interference (RNAi) and forward genetic approaches have provided insight into evolutionarily conserved centriole assembly factors. These efforts, however, did not identify the expected phenotype associated with failed centriole elimination during oogenesis, such as the formation of a tetrapolar spindle in the first embryonic division. Several factors could explain this discrepancy: some relevant genes may not have been targeted due to their small size, lack of prediction, or resistance to RNAi depletion; redundant genes may have been overlooked; or the failure to eliminate centrioles during oogenesis may manifest earlier in the gonads, before detection in the embryo. Additionally, centrioles provided by the oocyte after the failure of centriole elimination factors might not function as

microtubule organizing centers (MTOCs), complicating detection via differential interference contrast (DIC) microscopy.

Notably, in *C. elegans*, the heterochronic protein LIN-41 and the RNA helicase CGH-1 have been implicated in regulating the timing of centriole elimination during oogenesis, though their inhibition only delays—not prevents—this process. CGH-1 likely affects the stability of an mRNA encoding a protein that promotes centriole elimination. Furthermore, the XX karyotype seems to influence centriole elimination during oogenesis, as late prophase I oocytes from mutant males with female gonads still harbor centrioles. The molecular factors associated with this karyotypic influence remain unknown. In the case of *C. elegans* intestinal centriole elimination, a combination of PLK-1-mediated phosphorylation of the PCM protein SPD-2, repression of centriole biogenesis genes, and proteasomal degradation have been proposed to facilitate centriole loss.

One hypothesis is that centriole elimination is initiated by shutting down stabilizing mechanisms, such as the removal of the PCM (pericentriolar material). In *Tetrahymena*, depletion of the PCM component γ -tubulin destabilizes centrioles. Similarly, in *Drosophila* cells arrested in S-phase, depletion of several PCM components, such as Asl, D-Plp, Spd2, and Cnn, results in centriole loss. During *Drosophila* oogenesis, Polo kinase is released from the PCM before its removal, and expression of a centriolar-targeting Polo fusion protein prevents centriole degradation beyond fertilization. While the absence of electron microscopy data makes it unclear whether the resulting supernumerary foci represent centrioles or merely centriolar protein assemblies, these observations suggest a role for Polo and PCM removal in centriolar destabilization. However, similar mechanisms do not seem to universally govern centriole elimination across other species, as in the case of *A. forbesi*, where retained mother centrioles fail to nucleate microtubules.

While Polo and PCM removal are critical in *Drosophila*, other organisms may employ different strategies for centriole destabilization.

Discussion

Although many mechanisms elimination of centrioles remain to be fully elucidated, we now have a clearer understanding of when and where centrioles are eliminated and an increasing number of tools to probe this process further.

To uncover the molecular details of centriole elimination, dedicated screens targeting this phenomenon will be essential. Genome-scale screens using CRISPR/Cas9, RNAi, or mutant libraries that identify conditions where centriole elimination is either delayed or accelerated will be critical for uncovering new players in this process. Since centriole architecture and assembly mechanisms are conserved across eukaryotic species, insights gained from diverse organisms will likely provide a more comprehensive understanding of centriole elimination.

The origin of centrioles remains unclear. Some theories suggest that centrioles evolved from viruses that have since gone extinct, given the structural similarities between viral capsids and centrioles. Adenoviruses, for example, employ diverse strategies to uncoat their protein capsids within host cells, including conformational changes induced by pH and interactions with microtubule motor proteins. These processes could potentially offer insights into the mechanisms that regulate centriole elimination.

While much remains to be learned, understanding how centrioles are eliminated in different organisms could have broad implications for developmental biology, disease mechanisms, and therapeutic development.

Conclusion

This review proposes a detailed model for the asymmetric distribution of centrioles during stem cell division, emphasizing their role in the regulation of differentiation. By observing how centrioles, specifically the mother and newly assembled daughter centrioles, contribute to the segregation of differentiation inducers, observe the critical role of centrioles in guiding the fate of daughter cells. The asymmetric distribution of centrioles and their associated differentiation signals is integral to ensuring that one daughter cell retains stemness while the other is pushed toward differentiation.

The findings support the hypothesis that centrioles are not merely structural components but also key players in cellular decision-making. The selective attachment of differentiation inducers to centrioles suggests a mechanism by which stem cells maintain their potential for self-renewal or differentiation, depending on the centrosome inheritance. Furthermore, this model emphasizes the complex nature of centriole elimination, showing that it is intricately linked to the regulation of gene networks that dictate cell fate. This hypothesis calls for future research to further elucidate the molecular interactions between centrioles, differentiation inducers, and the broader genetic networks involved. Understanding these processes could provide important insights into stem cell biology, offering new perspectives for therapeutic applications such as regenerative medicine and the treatment of diseases involving stem cell dysfunction.

References:

1. Chichinadze, K., Lazarashvili, A., & Tkemaladze, J. (2013). RNA in centrosomes: structure and possible functions. *Protoplasma*, 250(1), 397-405.
2. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). A new class of RNAs and the centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology*, 2(4), 287-291.
3. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). Discovery of centrosomal RNA and centrosomal hypothesis of cellular ageing and differentiation. *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids*, 31(3), 172-183.

4. Chichinadze, K., Tkemaladze, D., & Lazarashvili, A. (2012). New class of RNA and centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 25(1), 23-28.
5. Chichinadze, K. N., & Tkemaladze, D. V. (2008). Centrosomal hypothesis of cellular aging and differentiation. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 21(3), 367-371.
6. Gambarotto, D., Zwettler, F., Cernohorska, M.S., Fortun, D., Borgers, S., Heine, J., Schloetel, J., Reuss, M., Unser, M.A., Boyden, E.S., Sauer, M., Hamel, V., & Guichard, P. (2018). Imaging beyond the super-resolution limits using ultrastructure expansion microscopy (UltraExM). *bioRxiv*.
7. Jaba, T. (2022). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration yields senolytic effect in humans. *Issues and Developments in Medicine and Medical Research Vol. 2*, 22-31.
8. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Abastumani Resort: Balneological Heritage and Modern Potential. *Junior Researchers*, 2(2), 126–134. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.12>
9. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Microelementoses - history and current status. *Junior Researchers*, 2(2), 108–125. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.11>
10. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). The planaria *Schmidtea mediterranea* as a model system for the study of stem cell biology. *Junior Researchers*, 1(1), 194–218. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.20>
11. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). Comparative Analysis of drugs that improve the Quality of Life and Life Expectancy. *Junior Researchers*, 1(1), 184–193. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.19>
12. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Balneology in Georgia: traditions and modern situation. *Junior Researchers*, 2(2), 78–97. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.09>
13. Lezhava, T., Monaselidze, J., Jokhadze, T., Kakauridze, N., Khodeli, N., Rogava, M., Tkemaladze, J., ... & Gaiozishvili, M. (2011). Gerontology research in Georgia. *Biogerontology*, 12, 87-91. doi: 10.1007/s10522-010-9283-6. Epub 2010 May 18. PMID: 20480236; PMCID: PMC3063552
14. Matsaberidze, M., Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Chichinadze, K., & Tkemaladze, J. (2017). TO TOPOLOGY OF ANTI-TERRORIST AND ANTI-CRIMINAL TECHNOLOGY FOR EDUCATIONAL PROGRAMS. *International Journal of Terrorism & Political Hot Spots*, 12.
15. Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Matsaberidze, M., Chkhartishvili, L., Chichinadze, K., Tkemaladze, J., ... & Azmaiparashvili, Z. (2019). SYSTEM COMPONENTS OF HEALTH AND INNOVATION FOR THE ORGANIZATION OF NANO-BIOMEDIC ECOSYSTEM TECHNOLOGICAL PLATFORM. *Current Politics and Economics of Russia, Eastern and Central Europe*, 34(2/3), 299-305.
16. Tkemaladze, J. (2024). The rate of stem cell division decreases with age. *Georgian Scientists*, 6(4), 228–242. doi: <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.21>
17. Tkemaladze, J. (2024). Absence of centrioles and regenerative potential of planaria. *Georgian Scientists*, 6(4), 59–75. doi: <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.08>
18. Tkemaladze, J. (2024). Main causes of intelligence decrease and prospects for treatment. *Georgian Scientists*, 6(2), 425–432. doi: <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.02.44>

19. Tkemaladze, J. (2024). Cell center and the problem of accumulation of oldest centrioles in stem cells. *Georgian Scientists*, 6(2), 304–322. doi: <https://doi.org/10.52340/gS.2024.06.02.32>
20. Tkemaladze, J., & Samanishvili, T. (2024). Mineral ice cream improves recovery of muscle functions after exercise. *Georgian Scientists*, 6(2), 36–50. doi: <https://doi.org/10.52340/gS.2024.06.02.04>
21. Tkemaladze J. Editorial: Molecular mechanism of ageing and therapeutic advances through targeting glycative and oxidative stress. *Front Pharmacol.* 2024 Mar 6;14:1324446. doi: 10.3389/fphar.2023.1324446. PMID: 38510429; PMCID: PMC10953819.
22. Tkemaladze, Jaba and Kipshidze, Mariam, Regeneration Potential of the Schmidtea Mediterranea CIW4 Planarian. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4633202> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4633202>
23. Tkemaladze, J. (2023). Is the selective accumulation of oldest centrioles in stem cells the main cause of organism ageing?. *Georgian Scientists*, 5(3), 216–235. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.22>
24. Tkemaladze, J. (2023). Cross-senolytic effects of dasatinib and quercetin in humans. *Georgian Scientists*, 5(3), 138–152. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.15>
25. Tkemaladze, J. (2023). Structure and possible functions of centriolar RNA with reference to the centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 156–170. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.17>
26. Tkemaladze, J. (2023). The centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 123–141. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.15>
27. Tkemaladze, J. (2023). Reduction, proliferation, and differentiation defects of stem cells over time: a consequence of selective accumulation of old centrioles in the stem cells?. *Molecular Biology Reports*, 50(3), 2751–2761.
28. Tkemaladze, J. Long-Term Differences between Regenerations of Head and Tail Fragments in Schmidtea Mediterranea Ciw4. Available at SSRN 4257823.
29. Tkemaladze, J., & Apkhazava, D. (2019). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration improves physical capacity in human. *J Biomedical Sci*, 8(3), 3.
30. Tkemaladze, J., Tavartkiladze, A., & Chichinadze, K. (2012). Programming and Implementation of Age-Related Changes. In *Senescence*. IntechOpen.
31. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2010). Centriole, differentiation, and senescence. *Rejuvenation research*, 13(2-3), 339–342.
32. Tkemaladze, J. V., & Chichinadze, K. N. (2005). Centriolar mechanisms of differentiation and replicative aging of higher animal cells. *Biochemistry (Moscow)*, 70, 1288–1303.
33. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2005). Potential role of centrioles in determining the morphogenetic status of animal somatic cells. *Cell biology international*, 29(5), 370–374.
34. Прангишвили, А. И., Гаситашвили, З. А., Мацаберидзе, М. И., Чичинадзе, К. Н., Ткемаладзе, Д. В., & Азмайпарашвили, З. А. (2017). К топологии антитеррористических и антикриминальных технологии для образовательных программ. В научном издании представлены материалы Десятой международной научно-технической конференции

«Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016)» по следующим направлениям:• Проблемы управления развитием крупномасштабных систем, включая ТНК, Госхолдин-ги и Гос-корпорации., 284.

35. Ткемаладзе, Д., Цомаиа, Г., & Жоржوليани, И. (2001). Создание искусственных самоадаптирующихся систем на основе Теории Прогноза. Искусственный интеллект. УДК 004.89. Искусственный интеллект. УДК 004.89.
36. Чичинадзе, К., Ткемаладзе, Д., & Лазарашвили, А. (2012). НОВЫЙ КЛАСС РНК И ЦЕНТРОСОМНАЯ ГИПОТЕЗА СТАРЕНИЯ КЛЕТОК. Успехи геронтологии, 25(1), 23-28.



ინფრაწითელი გამოსხივების კონცენტრირების ზოგიერთი ასპექტი

თენგიზ ხაჩიძე, ნიკოლოზ ხაჩიძე
სსიპ ინსტიტუტი „ოპტიკა“

ანოტაცია

ნაშრომში მოყვანილია ინფრაწითელი გამოსხივების ეფექტური კონცენტრატორის შექმნასთან დაკავშირებული კვლევები. ასეთი ტიპის კონცენტრატორების გამოყენებით შესაძლებელი იქნება სუსტი ან შორი მანძილიდან მოსული ინფრაწითელი გამოსხივების დეტექტირება. ავტორების აზრით ამ შემთხვევაში ლინზა-კონცენტრატორებთან შედარებით უპირატესია ამრეკლზედაპირიანი კონცენტრატორების გამოყენება. კერძოდ, შემოთავაზებულია ფოკონის კონსტრუქცია, რომელიც რამდენიმე სექციისაგან შედგება. თითოეული სექცია დამოუკიდებელი ფოკონია და მასზე დაცემულ სხივებს ერთჯერადი არეკვლით აფოკუსირებს. აღნიშნული კონსტრუქციის ფოკონი გამოიცადა და შედარდა მისი ეფექტურობა იგივე კონცენტრაციის ხარისხის მქონე ჩვეულებრივ კონუსურ ფოკონს. ექსპერიმენტის პირველადი შედეგებით დადგინდა, რომ მისი ეფექტურობა უფრო მაღალი იყო. გარდა ამისა მკვეთრად შემცირდა კონცენტრატორის გაბარიტები (სიგრძე).

საკვანძო სიტყვები: ინფრაწითელი გამოსხივება, ოპტიკური კონცენტრატორი, ფოკონი.

ინფრაწითელი გამოსხივება ანუ თბური გამოსხივება - ეს არის გამოყოფილი სითბური ენერჯის სახეობა რომელსაც გამოსცემს ნებისმიერი გამთბარი სხეული. ამ ტიპის გამოსხივების კონტროლი ბევრ ინფორმაციას იძლევა მეცნიერებისა და ტექნიკის სხვადასხვა სფეროში, მათ შორის მედიცინაშიც. ინფრაწითელ გამოსხივებას გამოსცემენ ადამიანები და სითბურძრავიანი სატრანსპორტო საშუალებები. თანამედროვე სენსორების საშუალებით შესაძლებელია ინფრაწითელი გამოსხივების დეტექტირება ფართო სპექტრალურ დიაპაზონში, მათ შორის 0°C-ზე დაბალი ტემპერატურის მქონე სხეულების გამოსხივებისაც. თუ ადამიანის კანს განვიხილავთ როგორც გამომსხივებელს, მაშინ ვინის კანონიდან გამომდინარე ($\lambda_{max}=0,0028999/T$) ადამიანის გამოსხივების სპექტრის მაქსიმუმი $T=36\text{ }^{\circ}\text{C}$ (309 K) ტემპერატურაზე შეადგენს 9400 ნმ (9,4მკმ) სიგრძის ტალღას. აქედან გამომდინარე ინფრაწითელი გამოსხივების 7-14 მიკრონი დიაპაზონის მიმართ ინტერესის მიზეზი დიდია, მას ატმოსფერული გამჭვირვალობის მეორე ფანჯარა ეწოდება. მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებული გარემოს ტემპერატურის გასაზომად (მონიტორინგისთვის) გამოიყენება 3-5 მიკრონის დიაპაზონი (ატმოსფერული გამჭვირვალობის პირველი ფანჯარა). მაგრამ თუ ეს

გამოსხივება სუსტია ან შორ მანძილზეა, მისი დეტექტირებისათვის საჭიროა ოპტიკური კონცენტრირება, რათა გავზარდოთ სენსორზე მოსული სითბური გამოსხივების ინტენსივობა. ასეთ შემთხვევებში საჭიროა მინიმუმამდე დავიყვანოთ ინფრაწითელი სხივების დანაკარგები და მისი მაქსიმალური კონცენტრაცია მოვახდინოთ სენსორზე. ე.ი. ეფექტური იქნება ოპტიკური კონცენტრატორების გამოყენება.

ლინზის ტიპის კონცენტრატორების გამოყენება ინფრაწითელ არეში გარკვეულ სირთულეებთანაა დაკავშირებული. აქედან ძირითადია სპექტრალური დიაპაზონი რომელსაც მინიმალური დანაკარგებით უნდა ატარებდეს ლინზა. ინფრაწითელ არეში კი საჭიროა სპეციალური მასალებისაგან დამზადებული ლინზა. შედარებით ხელმისაწვდომი მასალებია: გერმანიუმი (Ge), სილიციუმი (Si), გალიუმის არსენიდი (GaAs) და კადმიუმის ტელურიდი (CdTe); თუთიის ნაერთები, როგორცაა თუთიის სულფიდი (ZnS) და თუთიის სელენიდი (ZnSe); წყალში ხსნადი კრისტალები, როგორცაა კალიუმის ბრომიდი (KBr), ნატრიუმის ქლორიდი (NaCl) და კალიუმის ქლორიდი (KCl); ფტორები, როგორცაა მაგნიუმის ფტორიდი (MgF₂), კალციუმის ფტორიდი (CaF₂) და ბარიუმის ფტორიდი (BaF₂); და სხვა მასალები, როგორცაა კვარცი და საფირონი; ქალკოგენიდური მინა და ა.შ. ისინი ძვირადღირებულია და მათ ბაზაზე ოპტიკური დეტალების დამზადება ტექნოლოგიურ სირთულეებს შეიცავს. გარდა ამისა ლინზების გამოყენებისას ოპტიკური გამოსხივების კონცენტრირებისას ფიქსირდება საკმაოდ მაღალი ოპტიკური დანაკარგები (საშუალოდ 10% აღემატება), რომლებიც შეიძლება გამოწვეული იყოს მასალის მიერ მოცემულ სპექტრალურ დიაპაზონში მაღალი შთანთქმით და ასევე გარე და შიდა ზედაპირებით გამოწვეული არეკვლით [1]. აღნიშნული მასალები ძვირადღირებულია და დიდი ფართობის კონცენტრატორების მიღება არა მარტო ტექნოლოგიურ პრობლემებთან არამედ ფასის მკვეთრ ზრდასთანაც არის დაკავშირებული.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, უნდა შეირჩეს ოპტიკური კონცენტრატორის სხვა ტიპი. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილად მივიჩნით ამრეკლზედაპირიანი კონცენტრატორების გამოყენება [2]. ასეთი ტიპის კონცენტრატორების ამრეკლი (სარკული) ზედაპირი აუცილებლად დამზადებული უნდა იყოს ლითონისაგან. ეს გენპირობებულია იმით, რომ მასალის მიერ სინათლის შთანთქმა, არეკლვა, გაბნევა, გამოსხივება მნიშვნელოვნადაა განპირობებული მასში შემავალი ელექტრონებით, მათი ენერგეტიკული სპექტრით, სინათლის გავრცელებისას ელექტრონთა კოლექტიური მოძრაობის შემზღუდავი ფაქტორებით. ეს უკანასკნელი, ანუ მასალაში სინათლით აღძრული ელექტრონთა კოლექტიური რხევა მესრის დადებითი იონების ელექტრულ ველში, აღიწერება კვაზინაწილაკებით, რომლებსაც პლაზმონები ეწოდებათ (პლაზმონი რეალურად ელექტრონთა ანსამბლის რხევის ენერჯიაა, რომელიც მყარ სხეულში დაკვანთულ სიდიდეებს ღებულობს. მასალის, განსაკუთრებით კი ლითონების, ოპტიკურ თვისებებში პლაზმონები უდიდეს როლს თამაშობენ. პლაზმონურ სიხშირეზე ნაკლები სიხშირის გამოსხივება ანუ ელექტრომაგნიტური ტალღა მასალაში ვერ გაივლის, რადგან მას ველის ცვლილებასთან შედარებით უფრო სწრაფად მოძრავი ელექტრონები ეკრანირებენ. შედეგად გამოსხივება აირეკლება. პირიქით, თუ პლაზმის სიხშირე გამოსხივების სიხშირეზე ნაკლებია, მაშინ ელექტრონები ვეღარ რეაგირებენ ტალღაში ველის ცვლილებაზე და ეს გამოსხივება მასალას

განჭოლავს. ნახევარგამტარებისთვის პლაზმონური სიხშირე ინფრაწითელ უბანში მდებარეობს, ლითონებისთვის კი -ულტრაიისფერში ($\hbar\omega=5-30$ ევ). ეს იწვევს ლითონების მიერ მთელი ხილული უბნის და ინფრაწითელი სხივების არეკვლას და მათ მბრწყინავ ფერს. სწორედ ამიტომაა ძნელი სხვადასხვა ლითონის ერთმანეთისგან თვალთ განსხვავება. მაგრამ არსებობენ ლითონები, მაგალითად ოქრო, რომლის პლაზმონური სიხშირეც ხილულ უბანშია და რაც მას ბევრისთვის მიმზიდველ ყვითელ ფერს ანიჭებს.

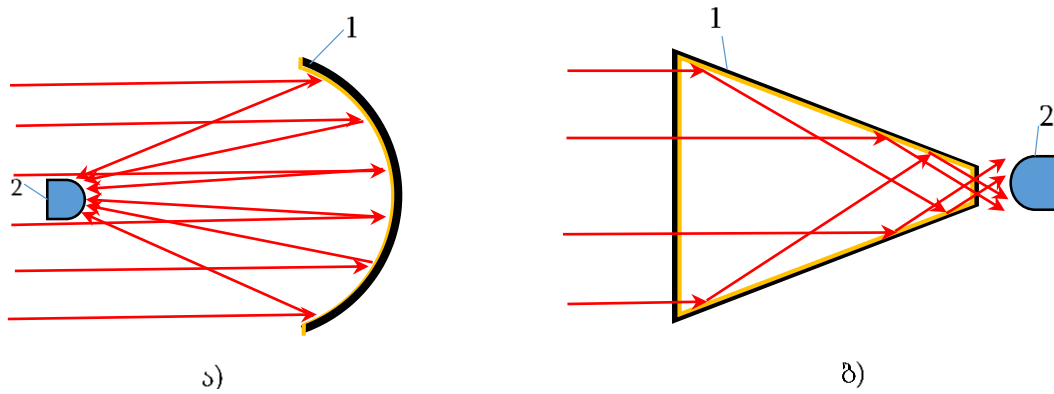
ამრეკლი ზედაპირისთვის ლითონის შერჩევასა აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იყოს შემდეგი ფაქტორები: მოცემულ სპექტრალურ არეში არეკვლის კოეფიციენტი, ტექნოლოგიურად ადვილად დამუშავების და აპრილების შესაძლებლობა, მექანიკური, სითბური და ქიმიური მდგრადობა. ზოგიერთი ლითონის არეკვლის კოეფიციენტი R პროცენტებში $\lambda=0,5\mu\text{მ}$ და $\lambda=5\mu\text{მ}$ ტალღის სიგრძეებისათვის მოცემულია ცხრილში-1 [3,4].

ცხრილი 1.

ლითონი	Cu	Ag	Au	Zn	Al	In	Sn	Pb	Ti	Nb	V	Mo	W	Fe	Co	Ni	Pt
R%	63,2	95,5	68,8	—	91,4	—	80,5	62,6	52,2	56,0	56,6	59,5	51,6	63,7	65,9	61,6	65,7
$\lambda=0,5\mu\text{მ}$																	
R%	98,9	99,2	98,95	97,9	98,2	96,6	96,2	95,0	87,4	96,2	92,7	97,2	97,0	90,8	92,9	94,8	93,7
$\lambda=5\mu\text{მ}$																	

როგორც ცხრილიდან ჩანს მოცემული ლითონებიდან თითქმის ყველა გამოდგება ინფრაწითელ არეში ამრეკლი ზედაპირის დასამზადებლად. წარმოდგენილი ფართო სპექტრიდან ზოგიერთი ლითონისგან პირდაპირ შეიძლება გაიჩარხოს ამრეკლზედაპირიანი კონცენტრატორი ან მოხდეს მათი ფორმირება (ვაკუუმური დაფენა, ქიმიური და ელექტროქიმიური დაფენა, დაწებება და ა.შ) სხვა მასალისაგან წინასწარ გაჩარხულ პროფილზე. ამრეკლზედაპირიანი კონცენტრატორები შეიძლება იყოს რეფლექტორის და ფოკონის (მაფოკუსირებელი კონუსი) ტიპის სხივების შემკრები სარკეები. თავის მხრივ რეფლექტორის ტიპის კონცენტრატორი შეიძლება იყოს სფერული და ასფერული (პარაბოლური) ზედაპირის მქონე. უპირატესობა ენიჭება პარაბოლურ ზედაპირს რადგანაც მასზე დაცემული პარალელურ სხივთა კონა იკრიბება ერთ წერტილში. რაც შეეხება ფოკონის ტიპის კონცენტრატორებს ისინიც განსხვავებულია. გვაქვს გეომეტრიული მრავალფეროვნება რომელიც მოიცავს პირამიდის, კონუსის, პარაბოლურ-კონუსურ ფორმებს. გეომეტრიული ფორმა ირჩევა კონკრეტული შემთხვევიდან გამომდინარე.

რეფლექტორული და ფოკონური კონცენტრატორის გამოყენების სტრუქტურული სქემა მოცემულია ნახაზზე-1.

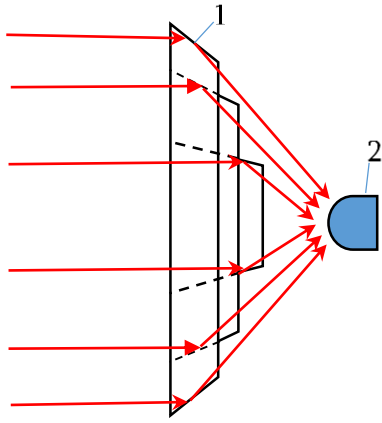


ნახ.1. ამრეკლზედაპირიანი კონცენტრატორებით მარეგისტრირებელ სენსორზე გამოსხივების ფოკუსირების სტრუქტურული სქემა. ა) 1-პარაბოლური ამრეკლი, 2- გამოსხივების მარეგისტრირებელი სენსორი; ბ) 1-ფოკონური მაფოკუსირებელი, 2- გამოსხივების მარეგისტრირებელი სენსორი.

მოცემული სტრუქტურული სქემიდან ჩანს, რომ პარაბოლური ამრეკლის გამოყენების შემთხვევაში კონცენტრირებული გამოსხივების მარეგისტრირებელი სენსორი მოთავსებულია გამოსხივების წყაროსა და ამრეკლს შორის (ნახ.1ა.). სენსორი გარკვეული დოზით ეფარება ამრეკლს და ამცირებს მასზე დაცემული გამოსხივების ინტენსივობას. დიდი ზომის კონცენტრატორებში რომელთა ზედაპირის ფართობი დიდია (ასეულობით სმ² და მეტი), სენსორის ფართობით (არ აღემატება რამდენიმე სმ²) დაჩრდილვა შეგვიძლია უგულებელვყოთ. მაგრამ ეს ფაქტი უარყოფითად აისახება იმ შემთხვევებში როდესაც კონცენტრატორი მცირე ზომისაა და შესაბამისად სენსორის დაჩრდილვით შემცირებული გამოსხივების ხვედრითი წილი მაღალია.

ფოკონის ტიპის მაფოკუსირებლის გამოყენებისას გამოსხივების მარეგისტრირებელი სენსორი მოთავსებულია კონცენტრატორის უკან და არ ფარავს გამოსხივების წყაროს. შესაბამისად წყაროდან მოსული გამოსხივება დანაკარგების გარეშე აღწევს ფოკონის ზედაპირამდე და ფოკონის ზომები ამით არ არის შეზღუდული. კლასიკური კონსტრუქციის ფოკონზე დაცემული გამოსხივება რამდენჯერმე ირეკვლება მისი ზედაპირიდან და შემდგომ აღწევს გამოსასვლელს (ნახ.1ბ.). თითოეული არეკვლის შემდეგ გვაქვს ზედაპირის გაბნევით და შთანთქმით გამოწვეული დანაკარგები (დაახლოებით 4-10%), რომელიც დამოკიდებულია ზედაპირის მასალაზე და მის სიმკვრივეზე. გარდა ამისა ასეთი ფოკონების სიგრძე საკმაოდ დიდია.

ზემოთ ნახსენები ნაკლოვანებების გამოსასწორებლად ჩვენ შევიმუშავეთ ფოკონის კონსტრუქცია, რომელიც რამდენიმე სექციისაგან შედგება (ნახ.2). თითოეული სექცია წარმოადგენს კონუსურ ფოკონს. აღნიშნული სექციები განსხვავებული დიამეტრისაა, გააჩნიათ სხვადასხვა დახრა და ისე არიან ერთმანეთში განთავსებული, რომ მათგან არეკვლილი სხივები გამოსვლისას ერთ ფოკუსში იკრიბებოდეს. სექციების სიგრძე ისეა გათვლილი, რომ მასზე ოპტიკური ღერძის პარალელური სხივები დაცემისას მხოლოდ ერთჯერადი არეკვლით გამოვიდნენ გარეთ. სექციების რაოდენობა ძირითადად განისაზღვრება საჭირო ოპტიკური კონცენტრაციის ხარისხიდან გამომდინარე.



ნახ.2. მრავალსექციანი ფოკონური კონცენტრატორის სტრუქტურული სქემა. 1- მრავალსექციანი ფოკონური კონცენტრატორი; 2-კონცენტრირებული გამოსხივების მარეგისტრირებელი სენსორი.

როგორც ნახაზიდან ჩანს ასეთი კონსტრუქციის კონცენტრატორი ბევრად მოკლეა სტანდარტულ ფოკონურ კონცენტრატორზე. სექციების რაოდენობის მატება პრაქტიკულად არ ზრდის სიგრძეს. იზრდება გამოსხივების მიმღები ზედაპირის ფართობი და მეტი სხივური ენერჯის კონცენტრირების შესაძლებლობა ანუ კონცენტრაციის ხარისხი.

ჩვენს მიერ დამზადდა აღნიშნული მრავალსექციანი კონსტრუქციის ფოკონური კონცენტრატორის საცდელი ნიმუში. კონცენტრატორის სექციების რაოდენობა ოთხს, ხოლო გამოსხივების მიმღები ფართობი 18სმ^2 შეადგენდა. მრავალსექციანი ფოკონი გამოიყენა გამოსხივების სპექტრის წითელ არეში. აღნიშნული სპექტრალური დიაპაზონი შერჩეული იქნა მისი ხილულობიდან გამომდინარე ექსპერიმენტის გაიოლების მიზნით. წითელი გამოსხივების პარალელურ სხივთა კონის დაცემის შემდეგ ფოკონის მიერ გამოსხივების ფოკუსირებული ფართობი დაახლოებით $0,6\text{სმ}^2$ იყო. ინტენსივობების გაზომვებმა გვიჩვენა, რომ კონცენტრაციის ხარისხი თეორიულთან (დაახლოებით 30) ახლოს იყო და შეადგენდა 26. რისი მიღებაც კლასიკური (ერთსექციანი) ფოკონური კონცენტრატორით პრაქტიკულად შეუძლებელია. გარდა ამისა ექსპერიმენტის დროს დადასტურდა, რომ სექციების რაოდენობის ცვლილებით იცვლებოდა რა გამოსხივების მიმღები ფართობი შესაბამისად იცვლებოდა კონცენტრირებული გამოსხივების ინტენსივობაც.

აღნიშნული მრავალსექციანი ფოკონი გამოიყენა ინფრაწითელ გამოსხივების დეტექტირებისათვისაც მოძრაობის ინფრაწითელ სენსორთან წყვილში. პირველადი შედეგებით დაფიქსირდა, რომ ამ ტიპის კონცენტრატორის გამოყენებით შესაძლებელია ინფრაწითელი (სითბური) გამოსხივების მქონე შორ მანძილზე მოძრავი ობიექტების (ადამიანები, სითბურძრავიანი ტექნიკა და ა.შ.) დეტექტირება. ამ შემთხვევაშიც ეფექტურობა მრავალსექციურობიდანაა გამომდინარე. რადგან მოძრავი სხეულიდან წამოსული სხივი სხვადასხვა კუთხით მოდის ის კონცენტრატორის სხვადასხვა სექციით ფოკუსირდება სენსორზე. შესაბამისად სხივის ინტენსივობის ცვლილება უფრო მკვეთრია და საგრძნობი.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ოპტიკური გამოსხივების (მათ შორის ინფრაწითელი-სითბური) კონცენტრირებისათვის შესაძლებელია დამზადდეს

ფოკონის ტიპის მრავალსექციანი კონცენტრატორი. რომლის კონცენტრაციის ხარისხი არ იქნება შეზღუდული და სექციების რაოდენობის ზრდით შეგვეძლება ჩვენთვის სასურველი სიდიდის მიღება. სხივური დანაკარგები იქნება მინიმალური, რადგან მხოლოდ ერთჯერადი არეკვლით ხდება მათი ფოკუსირება და გამოსხივების დეტექტორი კონცენტრატორის უკან დგება. ასევე მრავალსექციანი კონცენტრატორის გამოყენებით შესაძლებელი იქნება შორ მანძილზე მოძრავი ინფრაწითელი გამოსხივების მქონე ობიექტების დეტექტირებაც.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Khachidze, T.I. , & Khachidze, N.I. . (2022). Anti-reflective coatings for solar power optical lens concentrators of different geometric shapes. *Georgian Scientists*, 4(4), 243–247. <https://doi.org/10.52340/gS.2022.04.04.26>
2. Khachidze T.I., Avaliani I.M., Shalamberidze D.M.. Some aspects of efficient use of A3B5 materials-based concentrators for photovoltaic cells of solar energy converters. *Nano Studies* №12, 2015, p.p. 133-138.
3. Борн М., Вольф Э., Основы оптики, пер. с англ. 2 изд., М., 1973;
4. Гинзбург В. Л., Мотулевич Г. П., Оптические свойства металлов, «Успехи физических наук», 1955, т. 55, в. 4, с. 489;

Some aspects of concentrating infrared radiation

Tengiz Khachidze, Nikoloz Khachidze

LEPL Institute "Optica"

Abstract

The paper presents studies related to the creation of an effective concentrator of infrared radiation. Using such concentrators, it will be possible to detect weak or long-distance infrared radiation. According to the authors, in this case, the use of concentrators with reflective surfaces is preferable to lens concentrators. In particular, a phocone design is proposed, which consists of several sections. Each section is an independent phocone and focuses the rays incident on it by a single reflection. The phocone of the above design was tested and its efficiency was compared with a conventional conical phocone with the same concentration quality. The initial results of the experiment showed that its efficiency was higher. In addition, the dimensions (length) of the concentrator were significantly reduced.

Keywords: infrared radiation, optical concentrator, Focon.



კარტოფილის ადგილობრივი და ინტროდუცირებული ჯიშების გამძლეობა ალტერნარიოზის მიმართ დასავლეთ საქართველოს პირობებში ცისანა ცეცხლაძე¹; ლამზირი გორგილაძე²; ქეთინო ნაცარიშვილი³; ქეთინო სიხარულიძე⁴; ქეთევან მემარნე⁵

¹ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის გამძლეობის გენეტიკის განყოფილების უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, აგრარულ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი. ტელეფონი: 599 28 52 10; ელ-ფოსტა: t.tsetskhladze@bsu.edu.ge; Orcid: [0000-0001-7180-0652](https://orcid.org/0000-0001-7180-0652); ²ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის მცენარეთა დაავადებების მონიტორინგის, დიაგნოსტიკისა და მოლეკულური ბიოლოგიის განყოფილების მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი, აგრარულ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი. ელ-ფოსტა: l.gorgiladze@bsu.edu.ge; ტელეფონი: 593456044; Orcid: [0000-0001-5052-6543](https://orcid.org/0000-0001-5052-6543); ³ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის გამძლეობის გენეტიკის განყოფილების უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, აგრარულ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, ტელეფონი: 599285275; ელ-ფოსტა: k.natsarishvili@bsu.edu.ge; Orcid: [0000-0001-8745-2277](https://orcid.org/0000-0001-8745-2277); ⁴ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის გამძლეობის გენეტიკის განყოფილების მეცნიერ თანამშრომელი. ბიოლოგიის მაგისტრი, ტელეფონი: 577179135, ელ-ფოსტა: k.sikharulidze@bsu.edu.ge, Orcid: [0000-0002-4201-8925](https://orcid.org/0000-0002-4201-8925); ⁵ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის გამძლეობის გენეტიკის განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომელი. ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის პროგრამის დოქტორი. ტელ: 555773077, ელ-ფოსტა: Ketevan.memarne@bsu.edu.ge; Orcid: [0009-0002-9152-7555](https://orcid.org/0009-0002-9152-7555)

რეზიუმე

კარტოფილი (*Solanum tuberosum* L.) უძველესი კულტურაა, ერთერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი და პოპულარული საკვები პროდუქტი.

დაავადებები უარყოფითად მოქმედებს კარტოფილის მოსავლიანობაზე. მათ შორის ფართო გავრცელებითა და ეკონომიური ზარალიანობით გამორჩევა ალტერნარიოზი, რომლის სახეობები გვხვდება ყველგან, სადაც იწარმოება ძალღებურძენასებრთა ოჯახის წარმომადგენლები. დასავლეთ საქართველოს პირობებში გავრცელებითა და მავნეობით გამოირჩევა ადრეული ლაქიანობის გამომწვევი *Alternaria solani* Sorauer (Ell. et Mart.) Sor. (syn. *Macrosporium solani* Ellis & Martin) და ყავისფერი ლაქიანობის გამომწვევი *Alternaria alternata* (Fries.) Keissler (syn. *A. tenuis* Nees.).

აღნიშნული დაავადებების მიმართ გამძლე ჯიშების გამოსავლენად 2022-2023 წლებში ქობულეთში, ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთზე, ბუნებრივ ინფექციურ ფონზე გამოიკვლია კარტოფილის ოცდათექვსმეტი ინტროდუცირებული, ასევე, საერთაშორისო სანერგეებიდან შერჩეული და საქართველოს პირობებს შეგუებული კარტოფილის სამი ჯიში.

ნიმუშები მინდორში დაითესა მარტის ბოლო დეკადაში, აღიარებული მეთოდოლოგიის გამოყენებით (ჭანიშვილი 2017, Доспехов Б. А.1985).

ნიმუშები იმუნოლოგიურად ფასდებოდა სიმპტომების ვიზუალური დათვალიერებით, ყოველ 10 დღეში, კარტოფილის მეორე წყვილი ნამდვილი ფოთლის გამოჩენიდან, ფოჩის ჩახმობის დასაწყისამდე. მინდორში დაავადების გავრცელების ათვლის შემდეგ ვილებდით დაავადებულ ნიმუშებს და ლაბორატორიაში ვახდენდით დაავადების გამომწვევის იდენტიფიცირებას (Ганнибал, Ф.Б. 2011). კარტოფილის გამძლეობა ალტერნარიოზის მიმართ შეფასდა სპეციფიური სკალის გამოყენებით (Mayee and Datar,1986; Gondal..2012).

კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ გამოცდილი ჯიშებიდან ადრეული ლაქიანობის გამომწვევის მიმართ გამძლე რეაქცია (R) აღმოაჩნდა ჯიშებს: მილვა (ჰოლანდია), სლავიანკა და გლაზურნაია (უკრაინა). ზომიერად გამძლე რეაქცია (MR) აჩვენა ჯიშმა ფაბულა (ჰოლანდია); დანარჩენ ჯიშებს ქონდათ მიმღებიანი (S) და ზომიერად მიმღებიანი (MS) რეაქცია აღნიშნული პათოგენის მიმართ.

ყავისფერი ლაქიანობის გამომწვევის მიმართ გამძლე აღმოჩნდა ჯიშები: მილვა (ჰოლანდია), ალვარა (გერმანია) და გლაზურნაია (უკრაინა).

ზომიერად გამძლე (MR) რეაქცია გამოავლინეს ჯიშებმა: სლავიანკა (უკრაინა), ნევსკაია (რუსეთი), პეკარო და ჯელი (ჰოლანდია).

ორივე დაავადების მიმართ გამძლე აღმოჩნდა მხოლოდ სამი ჯიში: საშუალო-საგვიანო მილვა (ჰოლანდია) და უკრაინული ჯიშები: საშუალო-საადრეო გლაზურნაია და საშუალო-საგვიანო სლავიანკა.

Alternaria alternata-ას მიმართ ზომიერად გამძლე ჯიშები - ალვარა (გერმანია), პეკარო და ჯელი (ჰოლანდია) საშუალოდ მიმღებიანი აღმოჩნდნენ *Alternaria solani Sorauer*-ის მიმართ. ასევე განსხვავებული რეაქცია გამოავლინა ჯიშმა ნევსკაია, რომელიც ზომიერად გამძლე იყო *Alternaria alternata*-ას მიმართ, ხოლო *Alternaria solani Sorauer*-ს მიმართ ზომიერი მიმღებიანობა გამოავლინა.

გამოცდილი ნიმუშებიდან გამოვლენილი გამძლე და საშუალო გამძლეობის მქონე კარტოფილის ჯიშები შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც გამძლეობის წყაროები ალტერნარიოზის მიმართ.

საკვანძო სიტყვები: კარტოფილი, ალტერნარიოზი, ინტენსიობა, გავრცელება, გამძლეობა.

შესავალი

კარტოფილი (*Solanum tuberosum L.*) უძველი კულტურაა. დღეისათვის იგი ერთერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი და პოპულარული საკვები პროდუქტია. როგორც ენერჯის წყარო, კარტოფილი მსოფლიოში მეხუთე ადგილს იკავებს ხორბლის, სიმინდის, ბრინჯის და ქერის შემდეგ. 2021 წელს მსოფლიოში მისმა გლობალურმა წარმოებამ 376 მლნ ტონას მიაღწია (FAO, 2023).

საქართველოს მრავალფეროვანი ბუნებრივი პირობები და კარტოფილის დიდი შემგუებლობის უნარი საადრეო და საგვიანო პროდუქციის მიღების შესაძლებლობას იძლევა. საქართველოში კარტოფილის ნარგაობები, ძირითადად, განლაგებულია დასავლეთ და სამხრეთ საქართველოს მაღალმთიან რაიონებში, ზღვის დონიდან 1000-2500მ-მდე (ბადრიშვილი, 1981, მჭედლიძე, 2009).

„საქსტატის“ 2022 წლის მონაცემებით, საქართველომ 198.9 ათასი ტონა კარტოფილი აწარმოა. აქედან, რეგიონების მიხედვით, მისი წარმოება შემდეგნაირია: სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი - 129.8 ათასი ტ/ჰ, ქვემო ქართლი - 35/1 ათასი ტ/ჰ, შიდა ქართლი - 14 ათასი ტ/ჰ, აჭარა-10.1 ათასი ტ/ჰ, კახეთი - 2,1 ათასი ტ/ჰ, მცხეთა-მთიანეთი - 3.7 ათასი ტ/ჰ, საქართველოს დანარჩენი რეგიონები - 4.1 ათასი ტ/ჰ.

კარტოფილის საშუალო საჰექტარო მოსავლიანობა 2022 წელს საქართველოში 11.6 ტ/ჰ იყო, რაც მნიშვნელოვნად ჩამორჩება განვითარებული ქვეყნების საშუალო მაჩვენებელს (50-60 ტონა/ჰა) (საქსტატი, 2023). ეს ფაქტი მრავალი ფაქტორითაა განპირობებული, მათ შორის მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სხვადასხვა დაავადებები.

კარტოფილის დაავადებებს შორის ფართო გავრცელებითა და ეკონომიური ზარალიანობით გამორჩევა ალტერნარიოზი, რომლის სახეობები გავრცელებულია ყველგან, სადაც იწარმოება ძალყურძენასებრთა ოჯახის წარმომადგენლები. მათგან კარტოფილზე გვხვდება დაავადება ადრეული ლაქიანობის გამომწვევი *Alternaria solani Sorauer* (Ell. et Mart.) Sor. (syn. *Macrosporium solani* Ellis & Martin) და ყავისფერი ლაქიანობის გამომწვევი *Alternaria alternata* (Fries.) Keissler (syn. *A. tenuis* Nees.) (Rotem, 1994; Simmons, 2007, Ганнибал и др., 2011, Ганнибал, 2011, Зотева и др. 2020, Орина и др., 2010)

ალტერნარიოზი აავადებს მცენარის ფოთლებს, ღეროსა და ტუბერებს. დაავადებულ ფოთლებში ირღვევა ფოტოსინთეზის პროცესი, მცირდება ჯანმრთელი ქსოვილები, რაც იწვევს ფოთლების ნაადრევ კვდომას. ალტერნარიოზით დაავადებული ტუბერები უხარისხოა და დაბალი სამომხმარებლო ღირებულება აქვთ (Van der Waals et al., 2001, Иванюк и др, 2005).

ალტერნარიოზის განვითარება მცენარეზე მიმდინარეობს 8-32°C ტემპერატურის ინტერვალში. განვითარებისათვის ტემპერატურის ოპტიმუმია 25-27°C (Vandecasteele, M. 2019, Kirk W., 2012).

პათოგენს გააჩნია მასპინძელი მცენარეების ფართო სპექტრი. მის სწრაფ განვითარებასა და გავრცელებას ხელს უწყობს ჰაერის მაღალი ფარდობითი ტენიანობა (80-86%). ალტერნარიოზის გამომწვევი სოკოების გავრცელება დაავადებული მცენარიდან ჯანმრთელზე ხდება კონიდიების საშუალებით, რაც გრძელდება მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში. ინფექციის საწყის მასალას წარმოადგენს მცენარეულ ნარჩენებზე არსებული სოკოს მიცელიუმი და კონიდიები, რომლებიც 3 წლის განმავლობაში ინახება ნიადაგში. სოკო ადვილად ვრცელდება ქარის საშუალებით (Hooker W. J., 1981, Adams SS. et al. 1990)

ალტერნარიოზის გამომწვევი სოკოებიდან ზარალიანობით გამოირჩევა *Alternaria solani* Sor. მის მიერ გამოწვეული მოსავლის დანაკარგი 40-50% უტოლდება (Vandecasteele M.,2019, Дорожкин Н. А.,1973, Орина А. С . и др., 2010). ქიმიური დაცვის გარეშე და სხვა თანმდევ დაავადებებთან ერთად ზარალი 70-80% აღწევს (Adams et al .,1990, Jansky et al., 2008, Зотеева В.В . и др. 2020, Xue, W. et al. 2019).

აღსანიშნავია, რომ ალტერნარიას გვარის სოკოები გამოყოფენ მიკოტოქსინებს, რაც იწვევს მცენარის ქსოვილების გაყვითლებასა და ხმობას. მიკოტოქსინები საშიშია ადამიანისა და ცხოველებისათვის, არის ალერგიული რეაქციების მიზეზი, იწვევს რინიტებისა და ბრონქიალური ასთმის გართულებებს, რაც ხშირად სიკვდილით მთავრდება (Streit E. et al.,2013 ,Vandecasteele M,2019, Ганнибал Ф.Б. и др., 2011, Rotem J. 2004. Далинова и др.2020).

ალტერნარიოზის გამომწვევი სოკოები ყოველწლიურადაა გავრცელებული საქართველოში ძალყურძენასებრთა ოჯახის წარმომადგენლებზე, რასაც ხელს უწყობს პათოგენის განვითარებისათვის ხელსაყრელი პირობების არსებობა (ცეცხლაძე ც. და სხვა. 2015, Tsetskhladze Ts. et al., 2015).

დაავადების კონტროლისთვის ფართოდ გამოიყენება ფუნგიციდები (Abuley,IK. et al., 2017), თუმცა, ალტერნარიოზის გამომწვევ პათოგენებს გააჩნიათ უნარი, გამოიმუშაონ რეზისტენტობა მათზე მოქმედი ნივთიერებების მიმართ, რაც ამცირებს ქიმიური დაცვის ეფექტურობას. ამიტომაც, ბრძოლის საჭირო ღონისძიებებს შორის უმნიშვნელოვანესია გამძლე ჯიშების, ჰიბრიდების წარმოება და გავრცელება კონკრეტულ აგროეკოლოგიურ ზონებში (Jansky SH. et al.,2008, Зотеева В.В . и др. 2020,Xue et al.,2019).

ცნობილია, რომ დღეისათვის ალტერნარიოზის გამომწვევი სოკოებისადმი კარტოფილის სრულიად გამძლე ჯიშები გამოვლენილი არ არის. ასევე დადგენილია, რომ საადრეო და საშუალო საადრეო კარტოფილის ჯიშები უფრო მიმდებარია აღნიშნული დაავადების მიმართ, ვიდრე საგვიანო (Demir S., et al .2002).

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა საქართველოში კარტოფილის ჯიშების გამძლეობის დონის შესწავლა და ალტერნარიოზის მიმართ გამძლეობის წყაროების გამოვლენა. გამძლე ჯიშების გამოსავლენად საჭიროა ჯიშების გამოცდა ბუნებრივ ინფექციურ ფონზე, რაც გვაძლევს სანდო მონაცემებს პათოგენის პოპულაციის მიმართ პატრონ-მცენარის გამძლეობის შესახებ.

კვლევის ობიექტი და მეთოდოლოგია

2022-2023 წწ. ქობულეთში, ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთზე, ბუნებრივ ინფექციურ ფონზე გამოიცადა კარტოფილის და ოცდათექვსმეტი ინტროდუცირებული და საერთაშორისო სანერგეებიდან შერჩეული და საქართველოს პირობებს შეგუებული კარტოფილის სამი ჯიში (მცენარეთა და ცხოველთა ახალი ჯიშების დაცვის ოფიციალური ბიულეტენი, #5(13). (იხ.ცხრ.1).

ცხრ.1. საექსპერიმენტო კარტოფილის ჯიშების დახასიათება

#	ჯიშები	წარმოშობა	სიმწიფე	ტუბერის კანის ტიპი
1.	მარფონა	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო	ყვითელი, გლუვი, საშუალო გლუვი
2.	გლორიეტა	გერმანია	სუპერ საადრეო, საადრეო	ყვითელი, გლუვი
3.	სილვანა	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო, საშუალო საგვიანო	ყვითელი, გლუვი
4.	სანტე	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო	ყვითელი, გლუვი
5.	ეუპრიმა	ჰოლანდია	საადრეო	ღია ყვითელი, ოდნავ ბადისებრი
6.	მარაბელი	ჰოლანდია		ყვითელი, გლუვი
7.	ბერნადეტე	გერმანია	საშუალო საადრეო	ყვითელი, გლუვი
8.	ლაურა	გერმანია	საშუალო საადრეო	წითელი, გლუვი
9.	მილვა	ჰოლანდია	საშუალო საგვიანო	ყვითელი, გლუვი, ოდნავ ბადისებური
10.	ფიგარო	გერმანია	საშუალო საადრეო	ყვითელი, ბადისებრი
11.	ლილეა	ბელარუსი	საშუალო საადრეო	ყვითელი, გლუვი
12.	ულადარ	ბელარუსია	საადრეო	ყვითელიდან ღია ყვითელამდე
13.	მაგდა	გერმანული	სუპერ საადრეო	ღია ყვითელი, გლუვი

14.	აგრია	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო, საშუალო საგვიანო	ყვითელი, გლუვი
15.	ალვარა	გერმანია	საშუალო საგვიანო	ყვითელი გლუვი
16.	იმპალა	ჰოლანდია	სუპერ საადრეო	ღია ყვითელი
17.	ესტრელა	გერმანია	საშუალო საადრეო	ყვითელი გლუვი
18.	ალიანსი	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო	ყვითელი გლუვი
19.	პეკარო	ჰოლანდია	საშუალო საგვიანო	წითელი, გლუვი
20.	ვერდი	გერმანია	საშუალო საადრეო	ყვითელი, ბადისებრი
21.	ჯელი	ჰოლანდია	საშუალო საგვიანო	ყვითელი, გლუვი, ოდნავ ბადისებრი
22.	სკრაბი	ბელარუსი	საშუალო საგვიანო	ღია ყვითელი, გლუვი
23.	ფაბულა	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო, საშუალო საგვიანო	ყვითელი, გლუვი, საშუალო ბადისებრი
24.	კარუსო	გერმანია	საშუალო საგვიანო	ყვითელი, გლუვი
25.	ფინკა	გერმანია	სუპერ საადრეო	ყვითელი, გლუვი
26.	სავიოლა	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო	ყვითელი, გლუვი
27.	პიკასო	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო	ყვითელი, წითელი თვალეზით

28.	ამბისიონი	ჰოლანდია	საშუალო საგვიანო	თეთრი, გლუვი
29.	სატურნა	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო	ყვითელი, საშუალო გლუვი
30.	არიზონა	ჰოლანდია	საშუალო საადრეო	მოყვითალო, გლუვი
31.	ნევსკაია	რუსული	საშუალო საადრეო	მოთეთრო- მოყვითალო
32.	გლაზურნაია	უკრაინა	საშუალო საადრეო	ვარდისფერი გლუვი
33.	ხორტიცა	უკრაინა	საშუალო საგვიანო	წითელი გლუვი
34.	სლავიანკა	უკრაინა	საშუალო საგვიანო	წითელიდან- მოიისფერო
35.	ბოჟედარ	უკრაინა	საშუალო საგვიანო	ყვითელი, ბადისებრი
36.	სალოხა	უკრაინა	საშუალო სიმწიფის	იისფერი გლუვი
37.	ჯავახეთური	საქართველო	საშუალო საგვიანო	ყვითელი, გლუვი
38.	მესხური წითელი	საქართველო	საშუალო საგვიანო	წითელი, ბადისებრი
39.	ცქრიალა	საქართველო	საშუალო საგვიანო	კრემისფერი გლუვი

კარტოფილის ჯიშები მინდორში დაითესა მარტის ბოლო დეკადაში აღიარებული მეთოდოლოგიის გამოყენებით (მცენარის კვების არე - 75X 25სმ, სიღრმე 10-12 სმ). (ჭანიშვილი, 2017, Доспехов, Б.А. 1985). ვეგეტაციის ხანგრძლივობის მიხედვით კარტოფილის ჯიშები იყო საადრეო (90 დღე), საშუალო-საადრეო (91-100 დღე), საშუალო (101-110 დღე), საშუალო-საგვიანო (111-120 დღე) და საგვიანო (≥ 121 დღე).

დროულად ჩატარდა აგროტექნიკით გათვალისწინებული ყველა ღონისძიება.

ნიმუშები იმუნოლოგიურად ფასდებოდა სიმპტომების ვიზუალური დათვალიერებით, ყოველ 10 დღეში, კარტოფილის მეორე წყვილი ნამდვილი ფოთლის გამოჩენიდან, ფოჩის ჩახმობის დასაწყისამდე.

დაავადებათა გავრცელება გამოითვლება ფორმულით: $P=n/N.100$, სადაც P არის გავრცელების პროცენტული რაოდენობა (%), n - დაავადებული მცენარეების რაოდენობა; N - აღრიცხულ მცენარეთა საერთო რაოდენობა.

მინდორში დაავადების გავრცელების ათვლის შემდეგ ვიღებდით დაავადებულ ნიმუშებს და ლაბორატორიაში ვახდენდით დაავადების გამომწვევის იდენტიფიცირებას (Ганнибал Ф.Б.,2011).

ნიმუშების იმუნოლოგიურ შეფასებას ვახდენდით აღიარებული მეთოდოლოგიის მიხედვით, უნიფიცირებული სკალის გამოყენებით (Mayee and Datar ,1986; Gondal..2012). (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2.ბოსტნეული კულტურების გამძლეობის შეფასების უნიფიცირებული სკალა

ბალი	დაავად. ინტენსიობა (%)	რეაქციის ტიპი
0	0-0 %	ძლიერ გამძლე (იმუნური)HR
1	0-5%	გამძლე R
2	6-20	ზომიერად გამძლე MR
3	21-40	ზომიერად მიმღებიანი MS
4	41-70	მიმღებიანი S
5	>70	ძლიერ მიმღებიანი HS

საცდელ პერიოდში ინსტიტუტის ტერიტორიაზე მდებარე მეტეოროლოგიური სადგურიდან მიღებული კლიმატური მონაცემები დამუშავდა სტატისტიკური მონაცემთა ანალიზის პროგრამა ANOVA-ს გამოყენებით (ANOVA (Analysis Of Variance) Calculator | One-Way ANOVA Calculator. (იხ. ცხრ.3).

ცხრილი 3. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, ტენიანობა და ნალექების რაოდენობა ექსპერიმენტალურ ნაკვეთზე 2022-2023 წწ.

წელი /თვე	ტემპერატურა, °C	ტენიანობა, %	ნალექი, მმ	ნალექიანი დღეები >1 მმ / >5მმ
2022				
აპრილი	20 ± 3.05	79 ± 2.08	28.56 ± 9.46	14/7
მაისი	20 ± 4.04	83.66 ± 1.85	14.4 ± 13.8	19/8
ივნისი	24.3 ± 1.85	85 ± 0.57	41 ± 26.83	25/15
ივლისი	22.6 ± 0.66	87.66 ± 5.54	28.4 ± 19.28	21/6
აგვისტო	30.6 ± 3.66	85.33 ± 1.66	7.53 ± 7	21/2
საშუალო	23.53 ± 1.96	84.13 ± 1.43	23.97 ± 13.15	
2023				
აპრილი	25 ± 0.57	76.33 ± 0.66	28.56 ± 9.46	20/8
მაისი	20.66 ± 3.48	83 ± 0.57	14.4 ± 13.8	23/7
ივნისი	24.66 ± 0.66	84.66 ± 2.40	40 ± 26.83	24/11
ივლისი	26.66 ± 0.66	82.66 ± 2.60	28.4 ± 19.28	11/5
აგვისტო	27.33 ± 0.66	83.75 ± 1.03	7.53 ± 7	10/3
საშუალო	24.86 ± 1.16	82.08 ± 1.47	17.11 ± 4.85	

კვლევის შედეგები

2022-2023 წლებში კარტოფილის სავეგეტაციო პერიოდი გამოირჩეოდა ალტერნარიოზის განვითარებისათვის ხელსაყრელი გარემო პირობებით. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 20°C - 30°C შორის მერყეობდა. ასევე ხელსაყრელი იყო ტენიანობაც, რომელიც 76-85% ფარგლებში იყო (ცხრ.3), რამაც ხელი შეუწყო ალტერნარიოზის გამომწვევი სოკოების საკმაოდ მაღალ გავრცელებას და განვითარების ინტენსიობას. კერძოდ, საცდელ მცენარეებზე მაისის დასაწყისშივე გამოჩნდა *A. Solani*-ს ერთეული ლაქები. ივნისის დასაწყისისთვის დაავადების ინტენსიობამ მიმდებარე ნიმუშების ფოთლებზე 40-60% მიაღწია. ამ პერიოდისათვის გამოვლენა დაიწყო *A. Alternata*-მაც. ორივე დაავადებამ ივნისის ბოლო დეკადაში გავრცელების მაღალ მაჩვენებელს (80-100%), მიაღწია მიმდებარე ჯიშებზე. ასევე მაღალი იყო განვითარების ინტენსიობაც (იხ. სურ.1).



სურ.1. ალტერნარიოზის მიმართ მიმდებიანი ჯიშები: იმპალა და სკრაბი

კვლევამ თანახმად, გამოცდაში მყოფი ჯიშებიდან ადრეული ლაქიანობის მიმართ გამძლე აღმოჩნდა ჯიშები: მილვა (საშუალო-საგვიანო ჰოლანდიური), ლილეა (საადრეო ბელარუსული) და უკრაინული - სლავიანკა (საშუალო საგვიანო) და გლაზურნაია (საშუალო საადრეო) (იხ. სურ.2).



სურ.2. ალტერნარიოზის მიმართ გამძლე კარტოფილის უკრაინული ჯიშში სლავიანკა დაავადების მიმართ ზომიერად გამძლე აღმოჩნდა ჰოლანდიური ჯიშში ფაბულა (საშუალო-საადრეო - საშუალო-საგვიანო).

ფოთლის ყავისფერი ლაქიანობის მიმართ გამძლე რეაქცია გამოავლინეს ჯიშებმა: მილვა (ჰოლანდიური საშუალო საადრეო), ალვარა (გერმანული საშუალო საგვიანო), პეკარო (ჰოლანდიური საშუალო საგვიანო), უკრაინულმა ჯიშებმა სლავიანკა (საშუალო საგვიანო) და გლაზურნაია (საშუალო საადრეო). ზომიერად გამძლე აღმოჩნდა ჰოლანდიური წარმოშობის ჯიშები: მარფონა (საშუალო-საადრეო) და ჯელი (საშუალო-საგვიანო), გლორიეტა (გერმანული საადრეო), ნევსკაია (რუსული საშუალო საადრეო), ცქრიალა, (ქართული, საშუალო საგვიანო). (იხ. ცხრილი 4).

ცხრ.4. კარტოფილის ნიმუშების გამძლეობა *A.solani* -სა და *A. alternata*-ს მიმართ საველე პირობებში, ბუნებრივ ინფექციურ ფონზე

#	ჯიშები	ადრეული ლაქიანობა (გამომწვევი <i>A.solani</i>)			ყავისფერი ლაქიანობა (გამომწვევი <i>A. alternata</i>)		
		განვ. ინტენსიო ბა, %	ბალო	რეაქციის ტიპი	განვ. ინტენსიო ბა, %	ბალი	რეაქციის ტიპი
1.	მარფონა	60	4	S	25-30	3	MS
2.	გლორიეტა	40-50	4	S	25	3	MS
3.	სილვანა	30-50	4	S	30-60	4	S
4.	სანტე	45-50	4	S	60-80	5	HS
5.	ეუპრიმა	45-50	4	S	50-80	5	HS
6.	მარაბელი	40-45	4	S	35-45	4	S
7.	ბერნადეტე	50	4	S	50	4	S
8.	ლაურა	45	4	S	55	4	S
9.	მილვა	5-10	2	R	5-10	2	R
10.	ფიგარო	70	5	HS	80	5	HS
11.	ლილეა	25	3	MS	60-70	4	S
12.	ულადარ	35	3	MS	60-70	4	S
13.	მაგდა	25	3	MS	40	4	S
14.	აგრია	30-35	3	MS	80	5	HS
15.	ალვარა	20-30	3	MS	10-20	2	MR
16.	იმპალა	35-40	3	MS	60	4	S
17.	ესტელა	40	3	MS	50-60	4	S
18.	ალიანსი	35-40	3	MS	30-40	4	S
19.	პეკარო	25-40	3	MS	20	2	MR
20.	ვერდი	35-40	3	MS	50	4	S

21.	ჯელი	20-40	3	MS	5-20	2	MR
22.	სკრაბი	35	3	MS	40	4	S
23.	ფაბულა	10-15	2	MR	40	3	MS
24.	კარუსო	25-35	3	MS	80	5	HS
25.	ფინკა	35-60	4	S	50	4	S
26.	სავიოლა	30-35	3	MS	50	4	S
27.	პიკასო	30-60	4	S	50	4	S
28.	ამბისიონი	60	4	S	60-65	4	S
29.	სატურნი	30-35	3	MS	30	3	MS
30.	არიზონა	35	3	MS	25-30	3	MS
31.	ნევსკაია	30-35	3	MS	15-20	2	MR
32.	გლაზურნაია	1-5	1	R	5	1	R
33.	ხორტიცა	35	3	MS	30-35	3	MS
34.	სლავიანკა	5	1	R	10	2	MR
35.	ბოჟედარ	35	3	MS	35	3	MS
36.	სალოხა	30	3	MS	30	3	MS
37.	ჯავახეთური	50-60	5	S	40-45	4	S
38.	მესხური წითელი	20-25	3	MS	20-25	3	MS
39.	ცქრიალა	30-35	3	MS	25	2	MS

დასკვნა

კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ 2022-2023 წლები საქართველოში ალტერნარიოზის განვითარებისათვის ხელსაყრელი გარემო პირობებით გამოირჩეოდა. ოპტიმალურმა ჰაერის საშუალო ტემპერატურამ და ტენიანობამ ხელი შეუწყო საცდელ ნიმუშებზე ალტერნარიოზის გამომწვევი სოკოების საკმაოდ მაღალ გავრცელებას და განვითარების ინტენსიობას. გამოცდილი ნიმუშებიდან ადრეული ლაქიანობის გამომწვევის - *Alternaria solani Sorauer* (Ell. et Mart.) - მიმართ გამძლე რეაქცია (R) გამოავლინა ჯიშებმა: მილვა, სლავიანკა და გლაზურნაია. ზომიერად გამძლე რეაქცია (MR) აჩვენა ფაბულამ. დანარჩენ ჯიშებს ჰქონდათ მიმღებიანი (S) და ზომიერად მიმღებიანი (MS) რეაქცია აღნიშნული პათოგენის მიმართ.

ყავისფერი ლაქიანობის გამომწვევის - *Alternaria alternata* (Fries.) Keissler - მიმართ გამძლე (R) აღმოჩნდა ჯიშები: მილვა, ალვარა, გლაზურნაია. საშუალო გამძლე (MR) რეაქცია გამოავლინეს ჯიშებმა: სლავიანკა, პეკარო, ჯელი, ნევსკაია.

ორივე დაავადების მიმართ გამძლეობა გამოავლინა მხოლოდ სამმა: საშუალო საგვიანო ჰოლანდიურმა ჯიშმა მილვამ, უკრაინულმა ჯიშებმა გლაზურნაია და სლავიანკამ.

Alternaria alternata-ს მიმართ ზომიერად გამძლე ჯიშები: ალვარა, პეკარო და ჯელი ზომიერად მიმღებიანი აღმოჩნდნენ *Alternaria solani Sorauer*-ის მიმართ. ასევე განსხვავებული რეაქცია ქონდა ჯიშ ნევსკაიას, რომელიც ზომიერად გამძლე იყო *Alternaria alternata*-ას მიმართ, ხოლო საშუალო მიმღებიანი იყო *Alternaria solani Sorauer* -ის მიმართ.

გამოცდილი ჯიშებიდან გამოვლენილი გამძლე და ზომიერი გამძლეობის მქონე კარტოფილის ჯიშები შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც გამძლეობის წყაროები ალტერნარიოზის მიმართ.

გამოყენებული ლიტერატურა

ბადრიშვილი, გ; 1981. მემცენარეობა. გამომცემლობა „განათლება“. გვ.369-401

მჭედლიძე, ი. 2009. მეზოსტნეობა, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, გვ.67-77

ცეცხლაძე, ც., გორგილაძე, ლ., სიხარულიძე, ზ. 2015. პომიდვრის ჯიშ-ნიმუშების გამძლეობა ალტერნარიოზისა და ფიტოფტოროზის მიმართ. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე #34 , თბილისი. გვ. 204-207

მცენარეთა და ცხოველთა ახალი ჯიშების დაცვის ოფიციალური ბიულეტენი, #5(13). გამოცემულია საქპატენტში, 2012 .12. 07

ჭანიშვილი, შ, ტყეზუჩავა, ზ., ბუცხრიკიძე, გ. 2017. საცდელი საქმის მეთოდიკა მემცენარეობაში, თბილისი, 169 გვ.

Ганнибал, Ф.Б., Гасич, Е.Л., Орина, А.С. 2011. Оценка устойчивости селекционного материала крестоцветных и паслёновых культур к альтернариозам. Методическое пособие. СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии. 47 с.

Ганнибал, Ф.Б. 2011. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. Всероссийский НИИ Защиты Растений. Санкт-Петербург, 2011.

Далинова, А. А., Салимова, Д. Р., Берестецкий, А. О. 2020. Грибы рода *Alternaria* как продуценты биологически активных соединений и биогербицидов (обзор), ПРИКЛАДНАЯ БИОХИМИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ, том 56, № 3, с. 223–241.

- Дорожкин, Н.А., Ремнева, З. И., Иванюк, В. Г. Возбудители ранней сухой пятнистости картофеля и их специализация на других сем. Solanaceae / Ботаника. 1973. № 15.С. 160—167.
- Доспехов, Б. А. 1985. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва
- Зотеева, В.В., Васипов, Н.М., Орина, А.С. 2020. УСТОЙЧИВОСТЬ ДИКИХ ВИДОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ К АЛЬТЕРНАРИОЗУ И ФИТОФТОРОЗУ. Вестник защиты растений, 103(2), с. 99–104
- Иванюк, В. Г., Банадысев, С.А., Журомский Г. К. 2005. Защита картофеля от болезней вредителей и сорняков. Минск: Белпринт 696 с.
- Орина, А. С., Ганнибал, Ф. Б., Левитин, М. М. 2010. Видовое разнообразие, биологические особенности и география грибов рода *Alternaria*, ассоциированных с растениями семейства solanaceae, Микология и фитопатология · Т. 44 , Вып. 2, 2010.
- Abuley, IK., Nielsen, BJ. 2017. Evaluation of models to control potato early blight (*Alternaria solani*) in Denmark. Crop Prot 102:118–128. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.08.012>
- Adams, SS., Stevenson, WR. 1990. Water management, disease development and potato production. American Journal of Potato Research 67:3-11
- Datar, V.V., Mayee, CD. 1981. Assessment of loss in tomato yield due to early blight. Indian Phytopathology 34: 191-195
- Demir, S., Levent, R., 2002. Reaction of different potato cultivars against to early blight disease // J. Turkish Phytopathol., 31, 2, p. 97–103.
- Gondal, AS., Ijaz M, Riaz, K., and Khan, AR. 2012. Effect of Different Doses of Fungicide (Mancozeb) against Alternaria Leaf Blight of Tomato in Tunne. J. Plant Pathol Microb. 3:3 <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7471.1000125>
- Hooke, W. J., Editor Compendium of Potato Diseases, Published by the American Phytopathological Society , 1981, 43-45.
- Jansky, SH. Simon, R., Spooner, DM. (2008) A test of taxonomic predictivity: resistance to early blight in wild relatives of cultivated . Phytopathol 98(6):680–687. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-98-6-0680>
- Kirk, WW., Abu-El Salem, FM., Muhinyuza, JB., Hammerschmidt, R., Douches, DS. et al. 2005. Evaluation of potato late blight management utilizing host plant resistance and reduced rates and frequencies of fungicide applications. Crop Prot 24: 961-970.
- Mayee CD, Datar VV. Phytopathometry. Tech. Bull.1.Univ. Press. Marathwada Agriculture University, Parbhani (M.S.), 1986, 186.

Rotem, J. 2004. The genus *Alternaria*: biology, epidemiology and pathogenicity. American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA

Simmons, E. G. *Alternaria: an Identification Manual*. Utrecht, 2007. 775 p

Streit E., Schwab C., Sulyok M., Naehrer K., Krska R., Schatzmayr G. // *Toxins*. 2013. V.5. № 3. P. 504–523

Tsetskhladze. Ts., Sikharulidze, Z., Muradashvili, M., Sikharulidze K.T. 2018. Screening of tomato varieties for resistance to major fungal diseases and bacterial wilt. *Plant Protection and Quarantine*, Kiev 2018. ISSUE 64, UDC:631.526, ISSN 1606-9773, p.262-267

Vandecasteele, M. (2019). Characterization of *Alternaria* species on potato: towards a better understanding of the fungal genus in Flanders. PhD Thesis, Department of Plant Sciences, Ghent

Van der Waals, J.E., Korsten, L. and Aveling, T.A.S. (2001). A review of early blight of potatoes. *Afr. J. Plant Prot.* 7(2): 91–102. Vandevreire, M. (1991). The selective insecticide

Xue, W., Haynes, K. G., & Qu, X. (2019). Characterization of early blight resistance in potato cultivars. *Plant Disease*, PDIS-05-18-0794-RE, PDIS-05-18-079

გამოყენებული ვებ-საიტები:

Global Potato Statistics - Latest FAO Data Published online: Jan 29, 2023

FAO. 2023. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023. Rome.

<https://doi.org/10.4060/cc8166en>

<https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc8166en>

Netherlands_catalogue_of_potato_varieties_2011_Nivap

https://www.agricopotatoes.com/overview?segment=SEG_Processing

<https://kartofan.org/category/sorta>

http://www.europlant.biz/no_cache/en/sortensuche-ergebnis/

<https://cipotato.org/blog/cip-launches-georgia/>

<https://www.europlant.biz/en/list-of-varieties/>

<https://www.europotato.org/varieties>

<http://potatoassociation.org/industry/varieties/>

[ANOVA \(Analysis Of Variance\) Calculator | One-Way ANOVA Calculator](#)

https://www.geostat.ge/media/54292/soflis_meurneoba_2022.pdf

Resistance of Local and Introduced Varieties of Potato to *Alternaria* in Western Georgia

Tsetskhladze Ts., Gorgiladze L., Natsarishvili K., Sikharulidze K., Memarne K.

Batumi Shota Rustaveli State University, Institute of Phytopathology&Biodiversity,

Batumi, Georgia

Abstract

Introduction and research objective. Potato is one of the important crops due to its versatile use and valuable nutritional properties. According to the United Nations Food Security Program, it is named the main subsistence food product after bread. Diseases are one of the limiting factors of potato yield. *Alternaria* causes important losses and stands out for its wide distribution among them. *Alternaria* species can be found everywhere where representatives of the Nightshade family are grown. Diseases Early blight (causal agent: *Alternaria solani* Sorauer (Ell. et Mart.) Sor. (syn. *Macrosporium solani* Ellis & Martin) and Brown Leaf Spot (causal agent: *Alternaria alternata* (Fries.) Keissler (syn. *A. tenuis* Nees.) are distinguished by their spread and harmfulness in the conditions of Western Georgia. The research aimed to identify resistant varieties to these diseases from thirty-six introduced potato varieties, as well as three samples from international nurseries adapted to Georgian conditions.

Methodology. To achieve the goal, in 2022-2023, potato samples were planted in Kobuleti, on the experimental field of the Institute of Phytopathology and Biodiversity of BSU, for further testing under a natural infection background, according to the generally accepted methodology [2,3].

Results. The study showed that among the tested samples, a resistant reaction (R) to Early blight was found in the varieties: Milva (Netherlands), Slavyanka, and Glazurnaya (Ukraine). A moderately resistant reaction (MR) was shown by the Fabula variety (Netherlands); the remaining samples had a susceptible (S) and moderately susceptible (MS) reaction to the pathogen. The following varieties turned out to be resistant to Brown Leaf Spot: Milva (Netherlands), Alvara (Germany), and Glazurnaya (Ukraine), and moderately resistant (MR) - Slavyanka (Ukraine), Nevskaya (Russia), Pekaro and Jelly (Netherlands).

Three varieties were found to be resistant to both diseases: mid-early Milwa (Dutch), Ukrainian varieties Glazurnaya (mid-early), and Slavyanka (mid-late). Some cultivars, moderately resistant to *Alternaria alternata* - Alvara (Germany), Pecaro, and Jellie (Netherlands) were moderately susceptible to *Alternaria solani* Sorauer. A different reaction was also shown by the Nevsky, which was moderately resistant to *Alternaria alternata*, and moderately susceptible to *Alternaria solani* Sorauer.

Conclusion. Resistant and medium-resistant potato varieties (Milwa, Glazurnaya, Slavyanka), identified from tested samples can be used as sources of resistance to *Alternaria*.

Key words: Potato, Alternariase, Intensity, Distribution, Resistance.



იმერეთის ტურიზმის განვითარებაში ადგილის მარკეტინგის გამოყენებისა და პერსპექტივების შესახებ (ქალაქ ქუთაისის მაგალითზე)

ნარგიზა კარქაშაძე¹; ჯამბულ ბიჭაძე²; შურა უკლება³

¹აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, Nargiza.karkashadze@atsu.edu.ge; ²აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, Jambul.bitsadze@atsu.edu.ge; ³აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მოწვეული სპეციალისტი, Shura.ukleba@atsu.edu.ge

აბსტრაქტი

ნაშრომის მთავარი მიზანი იყო შეგვესწავლა თუ რა როლი აქვს ადგილის მარკეტინგს იმერეთის რეგიონის, კერძოდ ქალაქ ქუთაისის ტურიზმის პოტენციალის განვითარებაში, რომელიც საბოლოო ჯამში ხელს შეუწყობს ქალაქის მდგრად განვითარებას. ასევე ნაშრომში საუბარია რეგიონისა და ქალაქის მდგრადი განვითარების მნიშვნელობასა და მიზნებზე, რომელშიც დიდი ადგილი უკავია რეგიონის განვითარების პოლიტიკას.

კვლევის ანალიზმა, რომლის მიზანი იყო შეგვესწავლა რა როლი აქვს ადგილის მარკეტინგს ქალაქ ქუთაისის ტურიზმის პოტენციალის განვითარებაში, რესპოდენტების 73,7% მიაჩნიათ, რომ ყველაზე მომგებიანი ქუთაისისათვის იქნებოდა კულტურული ტურიზმის განვითარება. ამასთან ადგილის რესპოდენტების 66,7% მიაჩნიათ, რომ ადგილის მარკეტინგის ძირითადი ობიექტი უნდა იყოს როგორც საშინაო ისე საგარე ბაზარი, რადგან 26,3% ადგილობრივი მოსახლეობის არა აქვს მონახულებული ყველაზე საინტერესო და მიმზიდველი ადგილები, ამიტომ ეს გვადლევს შიდა ბაზრისათვის ვიზიტორების გაზრდის საშუალებას. ასევე მნიშვნელოვანია აღინიშნოს ის ფაქტი, რომ რესპოდენტების 68,4% მიაჩნიათ ტურიზმის განვითარების დონე ქუთაისში არის საშუალო, ხოლო 21,1% თვლის რომ დაბალია, რაც გამოიხატება ინფორმაციის ნაკლებობაში საინფორმაციო ცენტრების საქმიანობის შესახებ. ასევე არაა საინფორმაციო რეკლამები იმ ღირსშესანიშნაობების შესახებ, რომელიც საშუალებას მისცემდა პოტენციურ მომხმარებელს, როგორც ქვეყნის შიგნით, ისე მის გარეთ, მოენახულებინათ ეს ადგილები.

საბოლოოდ სტატიაში ყურადღება გავამახვილეთ იმ პრობლემებზე, რომელიც ხელს უშლის ტურიზმის განვითარებას იმერეთის რეგიონში, კერძოდ ქუთაისში, ესენია:

- იმერეთის რეგიონის ინფრასტრუქტურა (გზები, სასტუმროები და სხვა) არ შეესაბამება საერთაშორისო სტანდარტებს ტურიზმის დარგის;

- ამ სფეროში არ ხდება საკმარისი ინვესტიციის ჩადება, რაც მეტად წარმოაჩენს და განავითარებს ტურისტულ ობიექტებს;
- გიდების მომსახურების დონე დაბალია;
- მოუწესრიგებელია ტრანსპორტი;
- ფინანსები არასწორადაა გადანაწილებული;
- არაა სათანადო ყურადღება რეგიონის და ქალაქის ხელმძღვანელობის მხრიდან.

ჩვენი აზრით, ყოველივე ზემოთ ნათქვამის გათვალისწინებით და გამოსწორების შემთხვევაში, შესაძლებელი იქნება იმერეთის რეგიონის, კერძოდ ქალაქ ქუთაისის ტურიზმის პოტენციალის უფრო მეტად განვითარება, რაც მნიშვნელოვნად იმოქმედებს ვიზიტორების რაოდენობაზე და საბოლოო ჯამში ქალაქის ეკონომიკურ მდგომარეობას გააუმჯობესებს, რაც ქალაქს უფრო მდგრად გახდის.

საკვანძო სიტყვები: მდგრადი განვითარება, ადგილის მარკეტინგი, ტურისტული მიმზიდველობა.

ქვეყნის განვითარებაში უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება თითოეული რეგიონის განვითარებასა და კონკურენტუნარიანობას. რეგიონული განვითარების პოლიტიკა წარმოადგენს ქვეყნის და მისი ტერიტორიების თანაბარზომიერი და მდგრადი განვითარების პოლიტიკის ფორმირების და განხორციელების პროცესს, რომელიც ორიენტირებულია ქვეყნისა და მისი ტერიტორიების სოციალური, ეკონომიკური და რესურსული პოტენციალის გამოყენებით მოსახლეობის ცხოვრების დონის ამაღლებისკენ.

რეგიონული განვითარების პოლიტიკის განხორციელება გულისხმობს საჯარო ხელისუფლების ორგანოების მიზანმიმართულ ღონისძიებათა ერთობლიობას, რომელიც ეფუძნება ქვეყნის და მისი ტერიტორიების განვითარების პრიორიტეტებს და ამ პრიორიტეტების შესაბამისად, კოორდინაციას უწევს დარგების განვითარებას და არსებული რესურსების შედეგზე ორიენტირებულ განაწილებას.

მდგრადი განვითარება კი გულისხმობს ეკონომიკური ზრდის ისეთ ფორმას, რომელიც უზრუნველყოფს საზოგადოების კეთილდღეობას მოკლე, საშუალო და, რაც მთავარია, ხანგრძლივი ვადით. იგი ეფუძნება პრინციპს, რომლის თანახმად, დღევანდელი მოთხოვნილებები უნდა დაკმაყოფილდეს ისე, რომ საფრთხე არ შეექმნას მომავალ თაობებს. რეგიონის მდგრადი განვითარება გულისხმობს პირობების შექმნას გრძელვადიანი ეკონომიკური განვითარებისათვის გარემოს დაცვის საკითხების მაქსიმალური გათვალისწინებით. რაც თავისთავში გულისხმობს ტურისტული რეკრეაციული ზონების განვითარებაზე ზრუნვას.

რეგიონის ეკონომიკის მდგრადი განვითარების სტრატეგიული გეგმა უნდა ეფუძნებოდეს მასში შემავალი ქალაქებისა და რაიონების მდგრადი განვითარების პრინციპებს და უნდა უზრუნველყოფდეს ეკონომიკის განვითარებას ამ პრინციპების დაცვით.

როგორც ქვეყნის, ისე რეგიონის ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია შემუშავებულ იქნეს მდგრადი განვითარების ეროვნული სტრატეგია,

რომელიც მიზნად დაისახავს ეკონომიკის სხვადასხვა სექტორების ფუნქციონირების და რეგიონის სოციალური და ეკონომიკური პოლიტიკის ჰარმონიზებას, რათა მოხდეს სოციალურად პასუხისმგებელი ეკონომიკის განვითარება, მომავალი თაობებისთვის რესურსული ბაზის შენარჩუნების პირობებში [1]. ჩვენს შემთხვევაში ყურადღება გამახვილებული იქნება იმერეთში ტურიზმის განვითარებაზე ადგილის მარკეტინგის საშუალებით.

მდგრადი განვითარების მიზნები წარმოადგენს გლობალურ მოწოდებას მოქმედებისკენ, რომელიც მიზნად ისახავს სიღარიბის აღმოფხვრას, დედამიწის გარემოსა და კლიმატის დაცვას და მსოფლიოში ყველა ადამიანისთვის მშვიდობისა და კეთილდღეობის მოპოვებას. ეს ის მიზნებია, რომლებზეც საქართველოში გაერო მუშაობს [2].

მდგრადი განვითარება 17 მიზნისა და 169 ინდიკატორის ნაკრებია, რომლებზეც თანხმდება გაეროს ყველა წევრი ქვეყანა უკეთესი და უფრო მდგრადი მომავლის მისაღწევად. ჩვენ ამ 17 მიზნიდან ყურადღებას გავამახვილებთ 11 მიზანზე, რომელიც მოიცავს მდგრად ქალაქებსა და დასახლებებს [3].

მდგრადობის კომპასი 4 ძირითადი მიმართულებისაგან შედგება, ესენია:

N – ბუნება: გარემო, რესურსები, ნარჩენები, ეკოსისტემები და ჰაბიტატები, წყალი, ენერჯია, კლიმატის ცვლილება, ჰაერი, ტყე, ბიომრავალფეროვნება.

E - ეკონომიკა: მოპოვება, წარმოება, მოხმარება, დასაქმება და ინვესტიციები, ვალები, ბიზნესი და ინოვაცია.

S- საზოგადოება: მმართველობა, თანასწორობა, გამჭირვალობა, უსაფრთხოება, კულტურა, ინსტიტუციების მენეჯმენტი.

W- კეთილდღეობა: ჯანდაცვა, განათლება, თვითგამოხატვა, ბედნიერება, ურთიერთობები, ოჯახი, შემოქმედება და ცხოვრების ხარისხი [4].

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენ ძირითად აქცენტს ვაკეთებთ იმერეთის რეგიონის მდგრადობაზე, როგორც ტურიზმის ინდუსტრიის განვითარების მნიშვნელოვან ფაქტორზე, რომელშიც უდიდესი ყურადღებაა გამახვილებული ტერიტორიის (რეგიონისა და ქალაქის) მარკეტინგზე.

ტერიტორიული მარკეტინგი კი თავის თავში გულისხმობს გარკვეული ტერიტორიის – რეგიონის, ქალაქის, როგორც საცხოვრებელი და დასვენების ადგილის გაუმჯობესებას. ის ასევე შეიძლება იყოს მიმართული ნებისმიერი წარმოების განვითარებისთვის ინვესტიციების მოზიდვაზე. რეგიონის და ქალაქის მარკეტინგის ძირითადი მიზნები მოიცავს:

- რეგიონისა და ქალაქის იმიჯის შექმნას;
- რეგიონისა და ქალაქის საინვესტიციო კლიმატის გაუმჯობესებას;
- რეგიონის პოპულარობის გაზრდას;
- რეგიონისა და ქალაქის სოციალური კონკურენტუნარიანობის ფორმირებასა და გაუმჯობესებას;
- იმერეთის რეგიონისა და ქალაქის ტურისტული პოტენციალის რეალიზებას [5].

ყველა ეს მიზნები უნდა განვიხილოთ იმერეთის რეგიონის ჭრილში, კერძოდ საინვესტიციო კლიმატის გაუმჯობესისა და ტურისტული პოტენციალის რეალიზაციაზე დაყრდნობით. ამისათვის საინტერესო იქნებოდა სტატისტიკური მონაცემების ანალიზის

საფუძველზე შეგვექმნოდა ნათელი წარმოდგენა თუ რა მდგომარეობაა იმერეთის რეგიონში სხვა რეგიონებთან შედარებით რეზიდენტი და არარეზიდენტი ვიზიტორების მიერ განხორციელებული ვიზიტების რაოდენობის მიხედვით [იხ. ცხრილი 1].

ცხრილი 1.

15 წლისა და უფროსი ასკის საქართველოს რეზიდენტი და არარეზიდენტი ვიზიტორების მიერ საქართველოს ტერიტორიაზე განხორციელებული ვიზიტების საშუალო თვიური რაოდენობის განაწილება მონახულებული რეგიონების მიხედვით (ათასი)

წლები	რეზიდენტი				არარეზიდენტი (უცხოეთის)		
	იმერეთი	კახეთი	სამეგრელო ზემო სვანეთი	სულ	იმერეთი	კახეთი	საცხეთ- ჯავახეთი
2015	217,1	87,4	84,0	1034,1	11,7	24,3	33,7
2016	223,0	84,1	81,5	1085,9	2045	29,5	43,1
2017	196,0	73,3	77,	1057,9	28,4	41,95	60,6
2018	198, 9	83,4	76,5	1100,9	28,8	49,5	47,0
2019	208,0	90,2	89,2	1192,7	30,4	40,8	41,5
2020	180,2	90,6	70,3	1040,5	12,8	13,5	19,1
2021	241,9	119,4	93,3	1415,5	–	–	–
2022	230,9	126,1	92,8	1364,3	28,9	22,3	29,4
2023	342,6	132,8	106,3	1608,5	39,1	28,2	40,9

წყარო: საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური

<https://www.geostat.ge/ka/modules/categories/93/regionuli-statistik>

ასევე მნიშვნელოვანი პირდაპირი უცხოური ინვესტიციების მოცულობის მიხედვით რა ადგილი უკავია იმერეთის რეგიონს სხვა რეგიონებთან შედარებით [იხ. ცხრილი 2] (შედარებისათვის ავირჩიეთ გურიისა და კახეთის რეგიონი).

ცხრილი 2.

პირდაპირი უცხოური ინვესტიციები რეგიონების მიხედვით (ათასი აშშ დოლარი)

რეგიონი	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
იმერეთი		259092,	57806,8	25616,4	45442,3	– 2999,9	2419,6	19934,2	20739,6
გურია		553,8	1084,5	301,6	1649,4	168,9	900,4	17,3	894,5

კახეთი	17542,5	3421,7	12437,3	-8237,7	2290,7	- 4795,2	1246,2	869,9	9681,5
--------	---------	--------	---------	---------	--------	-------------	--------	-------	--------

ბოლო რაც შეეხება ინფრასტრუქტურულ მარკეტინგს, ის არის რეგიონის ან ქალაქის მარკეტინგული სტრატეგია, რომელიც მიზნად ისახავს რეგიონში ან ქალაქში ცხოვრების, განვითარებისა და მართვის ცივილიზაციის ხარისხის გაზრდას, როგორც გრძელვადიან კონკურენტულ უპირატესობას. უცხოელი ვიზიტორების გაზრდისათვის აუცილებელია ყურადღება მიექცეს მათ განსათავსებლად შესაბამისი საცხოვრისით უზრუნველყოფის საკითხს. ამ მხრივ მნიშვნელოვანია იმერეთის რეგიონში სტატისტიკური მონაცემები სასტუმროების შესახებ, სხვა რეგიონთან შედარებით [იხ. ცხრილი 3].

ცხრილი 3. სასტუმროების რაოდენობა რეგიონების მიხედვით

რეგიონი	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
იმერეთი	115	127	134	148	172	105	185	215	
კახეთი	101	115	120	120	122	77	176	402,3	

2023 წლის მონაცემების მიხედვით ქუთაისში გამოიყო 10 საუკეთესო სასტუმრო, რომელთა შორის არიან:

- სასტუმრო ბადით: Kutaisi Inn
- 5 ვარსკვლავიანი სასტუმრო: Best Western Kutaisi
- ბუტიკური სტილის სასტუმრო: Grand Opera Hotel
- სასტუმრო ცენტრალურ უბანში: Hotel Terrace Kutaisi
- სასტუმრო ისტორიულ შენობაში: Newport Hotel Kutaisi
- სასტუმრო ვინტაჟური დიზაინით: Hotel Memoire Kutaisi
- ბიუჯეტური სასტუმრო: Solomon
- სასტუმრო ბაგრატის ტაძართან: Hotel Green Town
- სასტუმრო მდინარის პირას: Sanapiro Hotel
- სასტუმრო ქუჩის ხედი: Belona Hotel [5].

კიდევ უნდა აღინიშნოს ის, რომ ისეთი სასტუმროების რიცხვი, რომლებიც შესაბამისობაშია საერთაშორისო სტანდარტებთან თანდათანობით იზრდება.

ამასთან აუცილებელია ყურადღება იქნას გამახვილებული სტუმრების განაწილებაზე რეგიონების მიხედვით [იხ. ცხრილი 4] (შედარებისათვის ავირჩიეთ კახეთის რეგიონი).

ცხრილი 4.

სტუმრების განაწილება რეგიონების მიხედვით (ათასი)

რეგიონი	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
იმერეთი	146,4	154,7	169,9	203,4	266,1	73,8	144,1	225,9	
კახეთი	96,1	148,3	162,0	184	209,8	143,6	473,2	402,3	

არსებობს რეგიონისა და ქალაქის მარკეტინგული სტრატეგიების ოთხი ძირითადი ჯგუფი, რომლებიც მიზნად ისახავს მაცხოვრებლების მოზიდვას, ტერიტორიის ინდუსტრიის განვითარებას და რეგიონში წარმოებული საქონლისა და მომსახურების ექსპორტს. ეს სტრატეგიები პირობითად შეიძლება განისაზღვროს, როგორც:

- რეგიონისა და ქალაქის იმიჯის მარკეტინგი;
- მიმზიდველობის მარკეტინგი (საინვესტიციო, ტურისტების მოზიდვის);
- რეგიონისა და ქალაქის ინფრასტრუქტურის მარკეტინგი;
- პერსონალის მარკეტინგი.

რაც შეეხება მიმზიდველობის მარკეტინგს მასში უმნიშვნელოვანესი ყურადღება უნდა გამახვილდეს ღირშესანიშნაობების მარკეტინგზე, რომელიც არის რეგიონის ან ქალაქის მარკეტინგული სტრატეგია, რომლის მიზანია იმერეთის რეგიონისა და ქალაქ ქუთაისის მიმზიდველობის გაზრდა არქიტექტურული, ეკონომიკური, გარემოსდაცვითი, კულტურული, სპორტული და ა.შ. ძეგლების მეშვეობით.

ამ თვალსაზრისით საინტერესოს წარმოადგენს რეგიონების სტატისტიკური მონაცემების შედარების ანალიზი უცხოელი ვიზიტორების (არარეზიდენტი) (იხ. ცხრილი 5) (შესადარებლად შვეიცარიის კახეთისა და სამცხეთ-ჯავახეთის რეგიონი)

როგორც ცხრილი 6-დან ჩანს ყველაზე მეტი ვიზიტორი 2015-2019 წლამდე იყო სომხეთიდან, აზერბაიჯანიდან, თურქეთიდან, ხოლო პანდემიის შემდგომ პერიოდში ვიზიტების რაოდენობით პირველ ადგილზეა რუსეთის ფედერაცია, შემდეგ თურქეთი და სომხეთი.

ცხრილი 5.

უცხოელი ვიზიტორების რაოდენობა რეგიონების მიხედვით (ათასი)

რეგიონი	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
იმერეთი	11,7	20,45	28,4	28,8	30,4	12,8	–	28,9	39,1
კახეთი	24,3	29,5	41,95	49,5	40,8	13,5	–	22,3	28,2
სამცხეთ-ჯავახეთი	33,7	43,1	43,1	47,0	41,5	19,1	–	29,4	40,9

ცხრილი 6. 15 წლის და უფროსი ასაკის საქართველოს არარეზიდენტი ვიზიტორების მიერ განხორციელებული ვიზიტების საშუალო თვიური რაოდენობის განაწილება

მოქალაქეობის ქვეყნების მიხედვით, ათასი

ქვეყანა	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
საქართველო	36,8	35,8	38,0	39,7	40,7	11,7	12,6	24,6	30,5
სომხეთი	99,3	96,0	107,3	105,7	113,8	21,7	13,7	61,9	80,2

აზერბაიჯანი	96,3	89,7	108,5	118,7	127,2	24,6	6,9	12,7	16,7
რუსეთის ფედერაცია	63,6	70,8	94,6	117,1	122,6	17,4	17,7	90,6	118,2
თურქეთი	89,5	82,4	83,9	91,5	96,4	28,0	27,2	77,1	116,4
უკრაინა	10,6	12,6	14,2	14,8	17,3	3,5	12,1	14,1	12,2
ირანი	1,8	10,8	23,5	24,3	11,8	1,4	1,5	8,6	10,5
ისრაელი	4,6	7,1	9,6	13,1	17,1	2,1	8,4	17,5	18,1
ევროკავშირის წევრი ქვეყნები	17,8	19,1	23,6	32,1	40,4	5,4	10,9	21,0	32,6
სხვა ქვეყნები	17,6	25,1	37,1	43,3	56,5	10,2	32,3	63,9	78,9
სულ	438,0	449,4	540,2	600,3	643,8	126,1	143,4	392,0	514,3

წყარო: <https://www.geostat.ge/ka/modules/categories/102/utskhoel-vizitorta-statistika>

ტურიზმის ინდუსტრია, მისი განვითარების მდგომარეობა და მომსახურების დონე ერთ-ერთი აქტუალური თემაა როგორც მთლიანად საქართველოს, ისე იმერეთის რეგიონის დღევანდელ რეალობაში. აღნიშნულის გათვალისწინებით, ქალაქის მდგრადობის შესწავლისათვის, ტურიზმის განვითარების კუთხით მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ ჩაგვეტარებინა მარკეტინგული კვლევა, რომლის მიზანი იქნებოდა დაგვედგინა იმერეთის რეგიონის, კერძოდ ქუთაისის მოსახლეობის დამოკიდებულება ტურისტული გარემოს მიმართ, ასევე ადგილის მარკეტინგის გამოყენების ძირითადი მიმართულებები იმერეთის, კერძოდ ქუთაისის ტურისტულ ინდუსტრიაში და ქალაქის ტურისტული პოტენციალის განვითარების გზები. კვლევის შედეგად მიღებულმა ინფორმაციის ანალიზი საშუალება მოგვცა გაგვეკეთებინა მნიშვნელოვანი დასკვნები იმერეთის რეგიონში, კონკრეტულად ქუთაისში ტურიზმის ინდუსტრიაში ადგილის მარკეტინგის გამოყენების შემდგომი განვითარების მიმართულებების შესახებ.

სულ გამოიკითხა 85 რესპოდენტი, რომელთაგან ქალი იყო 52,6%, კაცი 47,4%. ასაკის მიხედვით რესპოდენტები შემდეგნაირად განაწილდა: 20 წლის -26,3%, 20-25 წელი-36,8%, 26-35 წელი -5,3%, 36-45 წელი -5,3%, 46-55 წელი -10,5%, 56-75 წელი-15,8%. რაც შეეხება ტურიზმის განვითარების დონეს ქუთაისში, რესპოდენტების შეხედულებები ასეთია: საშუალო დონე -68,4%, დაბალი დონე -21,1%, მაღალი დონე -10, 5%. როგორც გამოიკითხვიდან ჩანს რესპოდენტების თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ქუთაისში ტურიზმის განვითარების დონე ამაღლდეს.

ტურიზმის განვითარების დონესთან კავშირში მნიშვნელოვანია იმის ცოდნა, თუ რა ინფორმაცია აქვთ პოტენციურ მომხმარებლებს ქუთაისის საინფორმაციო ცენტრების

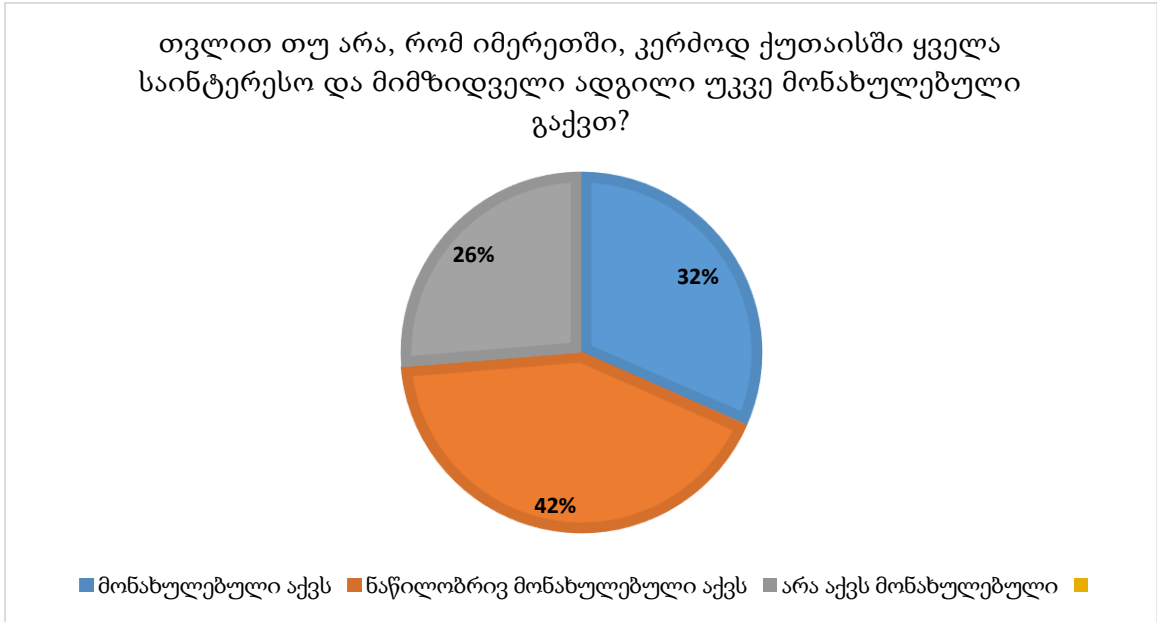
საქმიანობის შესახებ. როგორც კვლევიდან გაირკვა გამოკითხულთა უმეტესობას -57,9% არ ნააჩნიათ ინფორმაცია აღნიშნული ცენტრის საქმიანობის შესახებ, ხოლო 31,6% საერთოდ არა აქვს. სწორედ ეს ფაქტორი - ინფორმაციის ნაკლებობა, ან არქონა ხელისშემშლელ ფაქტორს წარმოადგენს იმერეთის რეგიონის, კერძოდ ქალაქ ქუთაისის ტურიზმის განვითარებაში.

რაც შეეხება ინფორმაციის წყაროს რესპოდენტებმა ძირითად წყაროდ დაასახელეს ინტერნეტი (94,7%), მასმედია და კატალოგები - 15,8%, მეგობრები 36,8%. რაც ყველაზე სამწუხაროა ტურიზმის საინფორმაციო ცენტრიდან მიღებული ინფორმაციის წილია 5,3%. ამიტომ ამ კუთხით აუცილებელია მნიშვნელოვანი ღონისძიებების გატარება. სწორედ ამიტომ ყურადღება უნდა გამახვილდეს რეკლამებზე, რომელიც დიდ შთაბეჭდილებას მოახდენს პოტენციურ მომხმარებლებზე, რადგან როგორც კვლევიდან გაირკვა რესპოდენტების 94,4% ნაწილობრივ ითვალისწინებს რეკლამებიდან მიღებულ ინფორმაციას ტურისტული პროდუქტების შეძენის დროს, ხოლო 5,6% საერთოდ არ ითვალისწინებს. აქ კიდევ ყურადღება უნდა გამახვილდეს იმ ფაქტორზე, რომ რესპოდენტების მოსაზრებით ყველაზე ხშირად ქალაქში ხვდებიან რესტორნების რეკლამას -68,4%, კაფეების -26,3%, სასტუმროების, ტურისტული ადგილებისა და ღირსშესანიშნაობების რეკლამას- 15,8%. ხოლო ტურისტული სააგენტოების -5,3%. აქედან გამომდინარე აუცილებელია გაიზარდოს ინფორმაციის მიწოდება ტურისტული ადგილებისა და ღირსშესანიშნაობების შესახებ, რომელიც დაარწმუნებს პოტენციურ მომხმარებლებს აღნიშნული ადგილების მიმზიდველობაში, რაც ხელს შეუწყობს ტურიზმის განვითარებას იმერეთის რეგიონში.

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ ფაქტორს, რომ იმერეთის რეგიონში, კერძოდ ქუთაისში ბევრი საინტერესო ადგილი არსებობს როგორც შიდა, ასევე უცხოელი ტურისტებისათვის, კვლევიდან გამოჩნდა, რომ რესპოდენტების 42,1% ნაწილობრივ აქვს მონახულებული ეს საინტერესო ადგილები, არა აქვს მონახულებული -26,3%, ხოლო 31,6% მონახულებული აქვს [დიაგრამა 1]. როგორც ჩანს აქაც საკმაო პოტენციალია.

როგორც ზემოთ აღინიშნა ინფორმაციის ნაკლებობა ერთ-ერთ პრობლემას წარმოადგენს ტურისტების მოზიდვის საქმეში, სწორედ ამაზე მიუნიშნებს რესპოდენტების მოსაზრებები, რომელიც შეეხება თუ რამდენად დამაკმაყოფილებელია პოტენციური ტურისტების ინფორმაციის დონე. კვლევის შედეგებიდან ნათლად ჩანს, რომ ნაწილობრივ დამაკმაყოფილებელია რესპოდენტების -73,7%-ისათვის, არაა დამაკმაყოფილებელი -15,8%, ხოლო დამაკმაყოფილებელია -10,5%-ისათვის.

თვლით თუ არა, რომ იმერეთში, კერძოდ ქუთაისში ყველა საინტერესო და მიმზიდველი ადგილი უკვე მონახულებული გაქვთ?

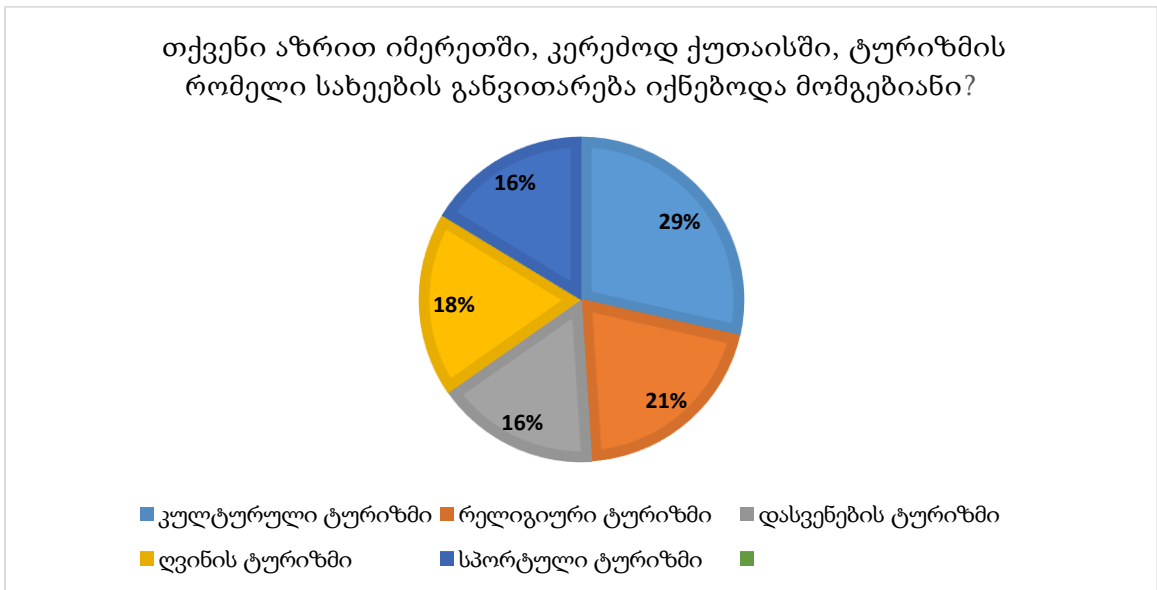


დიაგრამა 1.

ყველა ზემოთ განხილული საკითხები კავშირშია ადგილის მარკეტინგთან. ამიტომ მნიშვნელოვანია რესპოდენტთა მოსაზრებები, რომელიც უკავშირდება საკითხს თუ რა უნდა იყოს ადგილის მარკეტინგის ძირითადი ობიექტი, სადაც ხმები შემდეგნაირად განაწილდა: საშინაო და საგარეო ბაზარი -66,7%, მხოლოდ საშინაო ბაზარი-22,2%, საგარეო ბაზარი -11,1%. სრულიად ვეთანხმები რესპოდენტების უმეტესობის მოსაზრებებს, რომ ადგილის მარკეტინგის ძირითადი ობიექტი უნდა იყოს როგორც საშინაო, ისე საგარეო ბაზარი, რადგანაც ეს დაეხმარება როგორც შიდა პოტენციური ტურისტების, ისე უცხოელი ტურისტების რიცხოვნების გაზრდას.

ყოველივე ზემოთ განხილულის გათვალისწინებით მნიშვნელოვანია იმის ცოდნა რესპოდენტების მოსაზრებებთან დაკავშირებით, თუ ტურიზმის რომელი სახეობის განვითარება იქნებოდა ყველაზე მომგებიანი იმერეთის რეგიონისათვის, კერძოდ ქუთაისისათვის, რაშიც რესპოდენტთა ხმებია ასე განაწილდა: კულტურული ტურიზმი - 73,7%, რელიგიური ტურიზმი-52,6%, ღვინის ტურიზმი -47,4% და დასვენებისა და სპორტულმა ტურიზმმა -42,1% (დიაგრამა 2).

თქვენი აზრით იმერეთში, კერძოდ ქუთაისში, ტურიზმის რომელი სახეობის განვითარება იქნებოდა მომგებიანი?



დიაგრამა 2.

ყველაზე დაბალი შეფასება მიიღო შოპინგ ტურიზმმა. როგორც ვხედავთ რესპოდენტების მოსაზრებები საკმაოდ სამართლიანად განაწილდა, რადგან იმერეთის რეგიონი დიდი კულტურისა და უძველესი რელიგიური ცენტრია, რადგანაც იმერეთშია ისეთი უძველესი ისტორიული მნიშვნელობის ღირსშესანიშნაობები როგორცაა: მოწამეთა, ბაგრატი, გელათი და სხვები. სწორედ ამ მიმართულებით უნდა მოხდეს ყურადღების გამახვილება ტურისტების მოზიდვის კუთხით.

კვლევის ბოლოს მნიშვნელოვანი ყურადღება რესპოდენტების მხრიდან გამახვილებული იქნა საკითხებზე, რომელიც ხელს უშლის რეგიონშიც და ქალაქშიც ტურიზმის განვითარებას, ესენია:

- იმერეთის რეგიონის ინფრასტრუქტურა (გზები, სასტუმროები და სხვა) არ შეესაბამება საერთაშორისო სტანდარტებს ტურიზმის დარგის;
- ამ სფეროში არ ხდება საკმარისი ინვესტიციის ჩადება, რაც მეტად წარმოაჩენს და განავითარებს ტურისტულ ობიექტებს;
- გიდების მომსახურების დონე დაბალია;
- მოუწესრიგებელია ტრანსპორტი;
- ფინანსები არასწორადაა გადანაწილებული;
- არაა სათანადო ყურადღება რეგიონის და ქალაქის ხელმძღვანელობის მხრიდან. ყოველივე ზემოთ გადმოცემულიდან გამომდინარე ჩვენი შეხედულებით მიზანშეწონილია შემდეგი რეკომენდაციების გათვალისწინება:
 - ამაღლდეს ტურიზმის საინფორმაციო ცენტრების საქმიანობის ეფექტურობა;
 - რეგიონის და ქალაქის მასშტაბით დამზადდეს ისეთი სარეკლამო ბანერები, რგოლები და ბუკლეტები, რომლებიც ამომწურავად მიაწვდიან ინფორმაციას მიზნობრივ მომხმარებლებს, და იქნებიან მიმზიდველნი.
 - ამასთან უნდა აღმოიფხვრას ის პრობლემები, რომლებიც დაფიქსირებული იქნას რესპოდენტების მხრიდან.

დასკვნა

ჩვენი აზრით, ყოველივე ზემოთ ნათქვამის გათვალისწინებით და გამოსწორების შემთხვევაში, შესაძლებელი იქნება იმერეთის რეგიონის, კერძოდ ქალაქ ქუთაისის ტურიზმის პოტენციალის უფრო მეტად განვითარება, რაც მნიშვნელოვნად იმოქმედებს ვიზიტორების რაოდენობაზე და საბოლოო ჯამში ქალაქის ეკონომიკურ მდგომარეობას გააუმჯობესებს, რაც ქალაქს უფრო მდგრად გახდის.

1. https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%92%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%93%E1%83%98_%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%95%E1%83%98%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%90
2. <https://georgia.un.org/ka/sdgs/1>
3. <https://www.unicef.org/georgia/ka/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%92%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%93%E1%83%98-%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%95%E1%83%98%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%A1-%E1%83%9B%E1%83%98%E1%83%96%E1%83%9C%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98>
4. <https://www.slideshare.net/MarikaRekhviashvili/pdf-255821819>
5. <https://www.ipovesastumro.ge/ka/sastumroebi/kutaisi/>
6. <https://sendpulse.com/ru/support/glossary/territorial-marketing>
7. <https://www.geostat.ge/ka/modules/categories/93/regionuli-statistika>
8. http://www.concordtravel.ge/portal/alias_concordtravel/lang_ka-ge/tabid_1373/default.aspx სასტუმროები ქუთაისში
9. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური
<https://www.geostat.ge/ka/modules/categories/102/utskhoel-vizitorta-statistika>
10. <https://www.geostat.ge/ka/modules/categories/93/regionuli-statistik>

About the use and perspectives of place marketing in the development of Imereti tourism (on the example of the city of Kutaisi)

Nargiza Karkashadze¹; Jambul Bitsadze²; Shura Ukleba³

¹Akaki Tsereteli State University associate professor; ²Akaki of Tsereteli State University associate professor, ³Akaki Tsereteli State University invited specialist

Abstract

The main purpose of the article was to study the role of territorial marketing in the development of the tourism potential of the Imereti region, namely the city of Kutaisi, which will ultimately contribute to the sustainable development of the city. The article also talks about the importance and goals of sustainable development of the region and the city, in which regional development policy occupies a large place.

According to the results of the analysis of the study, the purpose of which was to study the role of territorial marketing in the development of the tourism potential of the city of Kutaisi, 73.7% of respondents believe that the development of cultural tourism will be most beneficial for Kutaisi. At the

same time, 66.7% of place respondents believe that the main object of place marketing should be both the domestic and city markets, since 26.3% of the local population have not visited the most interesting and attractive places. so this allows us to increase the number of visitors in the domestic market. It is also important to note the fact that 68.4% of respondents consider the level of development to be average, and 21.1% consider it low, which is reflected in the insufficient activity of information centers. There are also no advertisements for attractions that would allow potential visitors to visit these places.

Finally, in the article we focused on the problems that hinder the development of tourism in the Imereti region, namely in Kutaisi, namely:

- The infrastructure of the Imereti region (roads, hotels, etc.) does not meet international standards in the field of tourism;
- Sufficient investments have not been made in this area, which will contribute to greater representation and development of tourism sites;
- The level of guide service is low;
- Transport is disorderly;
- Finances are distributed incorrectly;
- There is no due attention from the leadership of the region and the city.

In our opinion, taking into account and adjusting all of the above, it will be possible to further develop the tourism potential of the Imereti region, namely the city of Kutaisi, which will significantly affect the number of visitors and ultimately improve the economic situation of the city. , which will make the city more sustainable.

Keywords: sustainable development, place marketing, tourist attraction.



მოსკოვის ლაზარევის ინსტიტუტის ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრა და ილია ოქრომჭედლიშვილი

მარიამ კობერიძე

ფილოლოგიის დოქტორი, გორის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი; ელ. ფოსტა:
maikoberidze@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-6604-1628>

აბსტრაქტი

წინამდებარე სტატიაში წარმოდგენილია მოსკოვის აღმოსავლური ენების ლაზარევის ინსტიტუტის ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრის მუშაობა. ამავე დროს გაანალიზებულია ილია ოქრომჭედლიშვილის ღვაწლი ქართული ეროვნული კულტურის განვითარებაში. მოსკოვის ლაზარევის აღმოსავლური ენების ინსტიტუტი დაარსდა 1815 წლის 10 მაისს. ამ სასწავლებლის დამფუძნებლები იყვნენ მდიდარი და გავლენიანი ოჯახის წევრები ძმები ივანე და ეკომ ლაზარე ლაზარიანები. ლაზარევის ინსტიტუტში აღმოსავლურ ენებთან (სომხური, არაბული, სპარსული, თურქული...) ერთად ისწავლებოდა ქართული ენა. მოსკოვის ლაზარევის ინსტიტუტში ასწავლიდნენ ცნობილი საზოგადო მოღვაწეები: მიხეილ გურგენიძე, პეტრე ნაკაშიძე, ილია ოქრომჭედლიშვილი და ალექსანდრე ხახანაშვილი. 1871 წელს ლაზარევის ინსტიტუტში დაარსდა ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრა. ამ კათედრის მუშაობაში განსაკუთრებული ღვაწლი მიუძღვის ილია ოქრომჭედლიშვილს. მისი მოღვაწეობის პერიოდში ქართული ენისა და ლიტერატურის სწავლებამ მეცნიერული ხასიათი მიიღო. ინსტიტუტის სასწავლო გეგმის მიხედვით, სპეციალურ კლასებში, სხვა ენებთან შედარებით, ქართულ ენას, მართალია, ნაკლები საათები ჰქონდა დათმობილი, მაგრამ მისი სწავლება მაღალ დონეზე მიმდინარეობდა. ილია ოქრომჭედლიშვილის მიერ შედგენილი პროგრამით სტუდენტები არა მარტო ქართულ ენასა და ლიტერატურას სწავლობდნენ, არამედ ეცნობოდნენ საქართველოს კულტურას, ისტორიას, გარკვეული წარმოდგენა ეძლეოდათ ქართული ენის ბუნების შესახებ. მიუხედავად იმისა, რომ ილია ოქრომჭედლიშვილი მოსკოვში მოღვაწეობდა, თავისი ქველმოქმედებითა და მატერიალური დახმარებით ხელს უწყობდა ქართული ეროვნული კულტურის აღორძინება-განვითარებას. ის ჯერ კიდევ პეტერბურგის უნივერსიტეტიდან მეგობრობდა ილია ჭავჭავაძესთან. ეს პირადი სიახლოვე გაგრძელდა ილია ჭავჭავაძის სამშობლოში დაბრუნების შემდეგაც. ილია ოქრომჭედლიშვილის შემდეგ, 1889 წლიდან ალექსანდრე ხახანაშვილმა ჩაიბარა მოსკოვის აღმოსავლური ენების ინსტიტუტის ქართული ენის განყოფილება და ღირსეულად განაგრძო თავისი მასწავლებლის მოღვაწეობა. 1912 წელს ალექსანდრე ხახანაშვილის გარდაცვალების შემდეგ ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრა მთლიანად დაიხურა, როგორც

ლაზარევის აღმოსავლურ ენათა ინსტიტუტში, ასევე მოსკოვის უნივერსიტეტში. მოსკოვის აღმოსავლური ენების ლაზარევის ინსტიტუტის ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრა რამდენიმე წლის განმავლობაში ერთგულად და დიდი შემართებით ემსახურებოდა ქართული ენისა და ლიტერატურის სწავლებას. აქ მოღვაწე ქართველები აქტიურად იყვნენ ჩართული ქართული კულტურის მოვლა -პატრონობაში და თავისი საქმიანობით ყოველთვის ეხმიანებოდნენ იმ პროცესებს, რომელიც მეცხრამეტე საუკუნის მეორე ნახევრიდან საქართველოში მიმდინარეობდა.

საკვანძო სიტყვები: მოსკოვის ლაზარევის ინსტიტუტი, ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრა, ილია ოქრომჭედლიშვილი, მიხეილ გურგენიძე, პეტრე ნაკაშიძე. ალექსანდრე ხახანაშვილი.

მოსკოვის აღმოსავლური ენების ლაზარევის ინსტიტუტი, როგორც კერძო სასწავლო დაწესებულება, დაარსებულა 1815 წლის 10 მაისს, სპარსეთში მცხოვრები სომხური წარმოშობის მდიდარი და გავლენიანი საგვარეულოს წარმომადგენლების - ძმები ივანე და ეკომ ლაზარეს ძე ლაზარიანების მიერ. [1].

სასწავლებლის მიზანი იყო, მოემზადებინა მეფის რუსეთის იმპერიის განაპირა ოლქებისათვის ადგილობრივი მოსახლეობის ენების მცოდნე საჭირო მოხელეები (მოსამსახურე პერსონალს, თარჯიმნებს...). აქ ისწავლებოდა აღმოსავლური ენები – თურქული, სომხური, არაბული, სპარსული, ქართული. ქართული ენის სწავლებას, სხვა ენებთან შედარებით, ნაკლები საათები ჰქონდა დათმობილი (ყოველკვირეული ორ-ორი საათი). მოსკოვის ლაზარიანთ ინსტიტუტში არსებობდა ერთი მოსამზადებელი, შვიდი გიმნაზიის კლასი და სპეციალური კლასი (სამწლიანი კურსი). ამ სპეციალური კლასს მინიჭებული ჰქონდა უმაღლესი სასწავლებლის მნიშვნელობა. სპეციალური კლასი ორგანიზაციული შემადგენლობით და სასწავლო პროგრამით გამოყოფილი იყო გიმნაზიის კლასებისაგან. მას ჰქონდა თავისი სამეცნიერო საბჭო (წევრები: დირექტორი, ინსპექტორი, პროფესორები, დოცენტები, უფროსი მასწავლებლები...). [1,12].

მიუხედავად ქართული ენის საათების სიმცირისა, მოსკოვის აღმოსავლური ენების ლაზარევის ინსტიტუტში მოღვაწე ქართველი პედაგოგების დიდი ძალისხმევით ქართული ენის სწავლება შესაფერისად მაღალ დონეზე იყო დაყენებული [3].

ამ სასწავლებლის დაარსებიდან ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ქართულ ენას ასწავლიდა სასულიერო პირი მიხეილ სიმონისძე გურგენიძე. ამავე დროს ის ქართულ ენას ასწავლიდა მეჟევის ინსტიტუტში. მიხეილ გურგენიძე განსაკუთრებულად ზრუნავდა და მფარველობას უწევდა რუსეთში მყოფ ქართველ სტუდენტებს. ეხმარებოდა მათ ფინანსურად. ღრმა მოხუცებულობის გამო მიხეილ გურგენიძემ 1960 წლის დასასრულს მასწავლებლობას თავი დაანება. [2].

1860 წლის სექტემბრიდან ინსტიტუტის ქართული ენის უფროს მასწავლებლად დაინიშნა პეტერბურგის უნივერსიტეტის ახლად კურსდამთავრებული, აღმოსავლური ფილოლოგიის კანდიდატის ხარისხის მქონე პეტრე ნაკაშიძე – ქართველ თერგდალეულთა ცნობილი წარმომადგენელი, ილია ჭავჭავაძის უახლოესი მეგობარი, რომელიც მასთან ერთად

სწავლობდა პეტერბურგის უნივერსიტეტში. პეტრე ნაკაშიძე პარალელურად მუშაობდა მოსკოვის უნივერსიტეტშიც. [9].

საარქივო მასალების მიხედვით, სასწავლებელში პეტრე ნაკაშიძემ ქართული ენის უფროს მასწავლებლად სულ სამი სასწავლო წელი დაყო. 1863 წლის 22 მარტს, ოჯახური მდგომარეობის მომიჯნავეებით, მან თავი გაითავისუფლა ქართული ენის მასწავლებლობისაგან და სამშობლოში დაბრუნდა. მოსკოვიდან სამშობლოში დაბრუნების შემდეგ პეტრე ნაკაშიძე სულ მალე აჯანყებულ პოლონეთში გაემგზავრა.

პოლონეთის 1863 წლის აჯანყებისადმი მიძღვნილი პეტრე ნაკაშიძის „სამგზავრო წერილები“ დაიბეჭდა საქართველოს მოამბეში [6, 8].

ილია ჭავჭავაძემ პეტრე ნაკაშიძეს მიუძღვნა პოემები „მეფე დიმიტრი თავდადებული“ და „ქართველის დედა“. [9].

ლაზარევის ინსტიტუტის მზრუნველის შუამდგომლობით 1863 წლის 14 ივლისიდან ქართული ენის კათედრის უფროსი მასწავლებლის მოვალეობის შემსრულებლად დაინიშნა ილია ოქრომჭედლიშვილი. სწორედ ამ წლის გაზაფხულზე დაამთავრა მან პეტერბურგის უნივერსიტეტის აღმოსავლური ენების ფაკულტეტის სომხურ-ქართული განყოფილება კანდიდატის ხარისხით.[1].

ილია ლაზარეს ძე ოქრომჭედლიშვილი დაიბადა ქალაქ სიღნაღში 1838 წლის 24 აპრილს (ახალი სტილით 6 მაისს). გვარ ოქრომჭედლიშვილთან გვხვდება შესატყვისი -სერებრიაკოვი, რომელიც მომდინარეობს ილიას მამის-ლაზარეს პირადი საოჯახო დოკუმენტებიდან, ბავშვების ჩამწერ მეფის თვითმპყრობელურ-ბიუროკრატიული ორგანოების გამარჯვებელი პოლიტიკის შედეგად, რაც მაშინ ჩვეულებრივი მოვლენა იყო. ასე რომ, გავრცელებული აზრი, თითქოს ილიას ეკუთვნოდეს გვარის შესატყვისი რუსული თარგმანი-სერებრიაკოვი, სიმართლეს არ შეესაბამება. [1].

ილია ოქრომჭედლიშვილმა 1860 წელს წარმატებით ჩააბარა მისაღები გამოცდები პეტერბურგის უნივერსიტეტში და ჩაირიცხა აღმოსავლური ენების ფაკულტეტის სომხურ-ქართულ განყოფილებაზე. პეტერბურგის უნივერსიტეტში ამ დროისათვის სწავლობდნენ ილია ჭავჭავაძე, აკაკი წერეთელი, ნიკო ლოლობერიძე, ბესარიონ ლოლობერიძე და სხვანი. ქართველი სტუდენტები ხშირად იკრიბებოდნენ და მსჯელობდნენ თავიანთ სამშობლოს საჭირობოროტო საკითხებზე, მის აწმყოსა და მომავალზე [7].

1861 წლის გაზაფხულზე პეტერბურგის უნივერსიტეტის საყოველთაოდ ცნობილი სტუდენტთა მოძრაობის გამო პეტერბურგის უნივერსიტეტი დაიხურა და სტუდენტების დიათხოვეს. პეტერბურგის უნივერსიტეტის მეოთხე კურსის სტუდენტმა ილია ჭავჭავაძემ უნივერსიტეტი დატოვა და სამოღვაწეოდ სამშობლოში დაბრუნდა, ხოლო ი. ოქრომჭედლიშვილი პეტერბურგში დარჩა. უნივერსიტეტში მეცადინეობის განახლებისთანავე, ის პირადი თხოვნის საფუძველზე, 1862 წლის 9 მარტს აღადგინეს აღმოსავლეთის ენების ფაკულტეტის სომხურ-ქართული განყოფილების მეორე კურსზე. [1,5].

აქვე ხაზი უნდა გაუუსვათ იმ ფაქტსაც, რომ მაშინდელი პეტერბურგის ქართველი სტუდენტობა დიდ ნუგეშსა და გამხნეებას, ზნეობრივ და მატერიალურ მხარდაჭერას პეტერბურგის უნივერსიტეტის პირველი ქართველი პროფესორის - დავით იესეს ძე ჩუბინაშვილისაგან ღებულობდა. მის მიერ გაწეული მატერიალური თუ აკადემიური

ხელმძღვანელობით ილია ოქრომჭედლიშვილმა დაძლია სტუდენტური ცხოვრების ყოველგვარი მძიმე პირობები და სასურველი გზით წარმართა მუშაობა უმაღლესი განათლების მისაღებად.

საარქივო მონაცემებიდან ცნობილია, რომ ილია ოქრომჭედლიშვილს უნივერსიტეტის დამამთავრებელი გამოცდების წარმატებით ჩაბარების შემდეგ ფაკულტეტისათვის წარუდგენია სადისერტაციო ნაშრომი „თემურ-ლენგის ლაშქრობა საქართველოში“. არსებული მოსაზრებით, სადისერტაციო ნაშრომი მას დავით ჩუბინაშვილის ხელმძღვანელობით უნდა ჰქონოდა შესრულებული. ამას ადასტურებს არქივში დაცული მოხსენება, რომელიც 1863 წლის ივნისში უნივერსიტეტის მმართველობის დროებითი კომისიის თავმჯდომარისათვის წარუდგენია აღმოსავლური ენების ფაკულტეტის დეკანის მოვალეობის შემსრულებელს - პროფესორ დავით ჩუბინაშვილს. მოხსენებაში აღნიშნულია: „აღმოსავლური ენების ფაკულტეტის სომხურ-ქართული განყოფილების თავისუფალმა მსმენელმა ილია ოქრომჭედლიშვილმა საკანდიდატო გამოცდების წარმატებით ჩაბარებასთან ერთად დამატებით წარმოადგინა დისერტაცია: „თემურ-ლენგის ლაშქრობა საქართველოში“, რომელიც დამაკმაყოფილებლად იქნა ცნობილი“. [4].

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, 1863 წლის 14 ივლისიდან ილია ოქრომჭედლიშვილი დაინიშნა ლაზარევის ინსტიტუტში ქართული ენის უფროსი მასწავლებლის მოვალეობის შემსრულებლად.

ილია ოქრომჭედლიშვილი ლაზარევის ინსტიტუტში დიდი მონდომებით შეუდგა ქართული ენის მასწავლებლობას. მან სულ მალე დაიმსახურა მოსკოვში ჩასული ქართველი ახალგაზრდების სიყვარული. იგი იყო გულისხმიერი, კეთილი გულის ადამიანი, მშობლიური ხალხის ერთგული შვილი, სამშობლოს კეთილდღეობისათვის მუდამ მზრუნველი, თავმდაბალი, უანგარო ქველმოქმედი.

1865 წლის 1 ოქტომბრიდან კავკასიის კომიტეტის მიერ ილია ოქრომჭედლიშვილი შეთავსებით დაინიშნა მოსკოვის უნივერსიტეტში კავკასიელ სტუდენტთა ქართული ენის მასწავლებლად. 1871 წლის 28 აგვისტოდან, როცა ლაზარევის ინსტიტუტში დაარსდა ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრა, ილია ოქრომჭედლიშვილი უფროსი მასწავლებლობიდან დოცენტის მოვალეობის შემსრულებლად დანიშნეს, ხოლო 1882 წლის 1 ნოემბრიდან იმავდროულად ინსტიტუტის სპეციალური კლასების სამეცნიერო საბჭოს მდივნად აირჩიეს. [1].

ილია ოქრომჭედლიშვილის მოღვაწეობის პერიოდში ქართული ენისა და ლიტერატურის სწავლებამ მეცნიერული ხასიათი მიიღო. ინსტიტუტის სასწავლო გეგმის მიხედვით, სპეციალურ კლასებში, სხვა ენებთან შედარებით, ქართულ ენას, მართალია, ნაკლები საათები ჰქონდა დათმობილი, მაგრამ მისი სწავლება მაინც შესაფერისად მაღალ დონეზე იყო დაყენებული. ილია ოქრომჭედლიშვილის მიერ შედგენილი პროგრამა, რომელმაც ჩვენამდე მოაღწია, ნათელ წარმოდგენას გვაძლევს ინსტიტუტის სპეციალური კლასების პირველ, მეორე და მესამე კურსზე ქართული ენისა და ლიტერატურის სწავლების მოცულობის შესახებ [12].

განსაკუთრებით საინტერესოა ილია ოქრომჭედლიშვილისეული სწავლების მეთოდი. ის ქართული ენის სწავლებას პირველ კურსზე ანბანით იწყებდა. ჯერ ასოებისა და ბგერითი

გამოსახულების დაწვრილებითი მეცნიერული ანალიზის საფუძველზე ახსნა-განმარტებით აცნობდა სტუდენტებს. რამდენიმე მოსამზადებელი ლექციის შემდეგ, როცა სტუდენტები შეითვისებდნენ კითხვასა და წერას, თეორიული საკითხების გაშუქებასთან ერთად, პრაქტიკულად ავარჯიშებდა მოკლე წინადადებების (ფრაზების) გამოთქმებით, ჩვეულებრივი ლექსის ფორმით, პატარა მოცულობის, ანდა ნაწყვეტი ლექსების შესწავლით, ზეპირი წარმოთქმით და სხვ. შემდეგ თანდათან იწყებდა მარტივიდან რთულ წინადადებათა შინაარსზე გადასვლას, მსმენელებს აცნობდა სანიმუშო სიტყვათა ბრუნვებს, ავარჯიშებდა სიტყვათა გამოთქმაში, კთხვასა და წერაში.

ილია ოქრომჭედლიშვილის მიერ შედგენილი პროგრამით სტუდენტები არა მარტო ქართულ ენასა და ლიტერატურას სწავლობდნენ, არამედ ეცნობოდნენ საქართველოს კულტურას, ისტორიას, გარკვეული წარმოდგენა ეძლეოდათ ქართული ენის ბუნების შესახებ.

ილია ოქრომჭედლიშვილის მიერ შედგენილი პროგრამის მიხედვით, ქართული ენის შესწავლისათვის წინასწარი მოსამზადებელი ლექციები და პრაქტიკული მეცადინეობა დაახლოებით ორ თვეს გრძელდებოდა. ამის შემდეგ იგი იწყებდა ტექსტების კითხვასა და მის თარგმნას დ. ჩუბინაშვილის ქრესტომათიაში მოთავსებული 23 იგავის მიხედვით. თარგმანთან ერთად, მსმენელებს თანამიმდევრობით ეძლეოდათ ახსნა-განმარტება სიტყვების ეტიმოლოგიისა და მნიშვნელობის შესახებ.

ქართული ენის პრაქტიკულ-თეორიული საკითხების შესასწავლად სტუდენტებს, ლექტორის მოთხოვნით, ჰქონდათ ოთხი რვეული: ერთში ისინი იწერდნენ ახალ-ახალ სიტყვებს, მეორეში-გრამატიკულ წესებს, მაგალითებს, სიტყვათა ბრუნვის ნიმუშებს, მესამეში-წინადადებს, ფარზეოლოგიურ ნიმუშებს (გამოთქმებს), მეოთხე რვეულში იწერდნენ ტექსტებს, კითხვისათვის განკუთვნილ ნაწყვეტებს...

ილია ოქრომჭედლიშვილი თავის სალექტორო პრაქტიკაში უმთავრეს მნიშვნელობას მთარგმნელობით მეთოდს ანიჭებდა. მეორე კურსზე სათარგმნელ ტექსტად ლექტორი იყენებდა ნაწყვეტებს დავით ჩუბინაშვილის ქრესტომათიიდან. იგი, ტექსტის თარგმნისას, პარალელურად მიმართავდა გრამატიკულ ანალიზს, ისევე როგორც პირველ კურსზე, მაგრამ უფრო მეტი სიღრმითა და მოთხოვნით. ამასთანავე, სტუდენტებს აწოდებდა ახალ-ახალ ცნობებს, როგორც ქართული ენის საკითხებზე, ისე ლიტერატურის ისტორიიდან; ასწავლიდა ლექსიკონის მოხმარებას ქართული ენის შესწავლისათვის. ამავე დროს იგი სტუდენტებს ბევრს უკითხავდა და მათაც აკითხებდა კრილოვის იგავ-არაკებს და ზეპირადაც ავარჯიშებდა რუსულიდან ქართულად თარგმნაში. ამ სახის სასწავლო პრაქტიკულ-თეორიული ღონისძიება მეორე კურსიდან იწყებოდა და მესამე კურსის დასასრულამდე გრძელდებოდა.

მესამე კურსზე სტუდენტები იმდენად ერკვეოდნენ ქართული ენისა და ლიტერატურის ცოდნაში, რომ თავისუფლად თარგმნიდნენ გარკვეულ ნაწყვეტს (11 გვ.) საქართველოს ისტორიიდან - „მეფე ვახტანგ გორგასლანის ლაშქრობა ბიზანტიაში“. მსმენელებს ასევე შეეძლოთ „ქილილა და დამანადან“ 10 გვერდის თარგმნა და მისი შინაარსობრივი გარჩევა, ანალიზი.

მსმენელებს ევალუბოდათ ეთარგმნათ ქართულ ენაზე კრილოვის არაკები; ევარჯიშათ ქართული სიგელებისა და ისტორიული საბუთების ნიმუშების, „ვეფხისტყაოსნის“ ნაწყვეტებისა (5 თავი) და სხვადასხვა თხზულებათა ტექსტების კითხვაში, დაუფლებოდნენ ქართული ენის გრამატიკის ცალკეულ საკითხებს, მოეხდინათ მათი ანალიზი, ეთარგმნათ რუსულიდან ქართულად ქართული ენის სამწლიანი საპროგრამო მასალის შესწავლისათვის ილია ოქრომჭედლიშვილს ძირითად სახელმძღვანელოდ აღიარებული ჰქონდა თავისი საყვარელი მასწავლებლის - პროფესორ დავით ჩუბინაშვილის ქართველი მწერლების ქრესტომათია და მისივე ლექსიკონები. [12].

ილია ოქრომჭედლიშვილმა თავისი საზოგადოებრივ – სამეცნიერო და სასწავლო-საადმინისტრაციო სასარგებლო მუშაობით დიდი ავტორიტეტი მოიპოვა. მას ყოველთვის ანგარიშს უწევდნენ, აფასებდნენ და პატივს სცემდნენ. ილია ოქრომჭედლიშვილი, ქართული ენის კათედრის დოცენტის პირდაპირი მოვალეობის გარდა, უანგაროდ (უსასყიდლოდ) ნაყოფიერ მუშაობას ეწეოდა: იგი იყო ეკონომიური საბჭოს ერთ-ერთი წევრთაგანი; სპეციალური კლასების საბჭოს მდივანი (1882- 1889 წ.წ.); ამასთანავე, სხვა პროფესორებთან ერთად, წვლილი მიუძღვის ინსტიტუტის ბიბლიოთეკის ფონდის შევსება-გამდიდრებაში შემოწირულობის სახით. [1].

მიუხედავად იმისა, რომ ილია ოქრომჭედლიშვილი მოსკოვში მოღვაწეობდა, თავისი ქველმოქმედებითა და მატერიალური დახმარებით ხელს უწყობდა ქართული ეროვნული კულტურის აღორძინება-განვითარებას. საყურადღებოა ის ფაქტიც, რომ ის ჯერ კიდევ პეტერბურგის უნივერსიტეტიდან მეგობრობდა ილია ჭავჭავაძესთან. ეს პირადი სიახლოვე გაგრძელდა ილია ჭავჭავაძის სამშობლოში დაბრუნების შემდეგაც. ამის შესახებ საინტერესო ინფორმაციას გვაწვდის ილია ჭავჭავაძისა და ილია ოქრომჭედლიშვილის პირადი წერილები.

ილია ჭავჭავაძე 1881 წლის 2 ოქტომბერს ილია ოქრომჭედლიშვილს სწერდა: „წერა-კითხვის საზოგადოებამ დამავალა გაცნობით, რომ იგი შეუდგა ძველი მწერლობის ნაშრომების ბეჭდვისათვის წიგნების მზადებას, ფული კი, როგორც მოგეხსენება, იოხტურ. ამის გამო მთხოვეს მოგწერო და გკითხო, „შეწევი თუ არა“. შენი დიდი იმედი აქვთ და შენგან მოელიან საკმაო შემწეობას. ჰსურთ დაბეჭდონ მეფე თეიმურაზი, არჩილ მეფე, კარგა მოზრდილი წიგნები გამოვა, ნამეტნავად უკანასკნელის თხზულებანი. შემდგარია კამისია, რომელსაც მინდობილი აქვს ტექსტის სამართლის აღდგენა, კამისია უკვე მუშაობს და იმედოვნებს მალე მომზადდეს დასაბეჭდად. ეხლა შენლა გელოდებიან, რას იტყვი“. [11].

ამ წერილით ილია ჭავჭავაძე ილია ოქრომჭედლიშვილს აცნობებდა ქართველთა შორის წერა-კითხვის გამავრცელებელი საზოგადოების გამგეობის თხოვნას – შეძლებს თუ არა იგი, ფულადი დახმარება გაუწიოს საზოგადოებას ძველი ქართული მწერლობის ძეგლების გამოცემის საქმეში.

ამ თხოვნის საპასუხოდ, ილია ოქრომჭედლიშვილის თანხმობისა და ქველმოქმედების შესახებ ქართული პრესის ფურცლებიდან ვიგებთ. გაზეთი „დროება“ იტყობინებოდა, რომ ილია ოქრომჭედლიშვილს 600 მანეთი შეუწირავს წერა-კითხვის გამავრცელებელი

საზოგადოებისათვის ძველი ქართული ხელნაწერი წიგნების დასაბეჭდად (დროება 1881: 11). იმავე ინფორმაციას აწვდიდა საზოგადოებას ქუთაისური გაზეთი „შრომა“: „ძველის ხელნაწერი წიგნების ბეჭდვის დღევ დადგება ადრე თუ გვიან. ლაზარევის ინსტიტუტის პროფესორმა ბატ. ი. ოქრომჭედლიშვილმა ამ საგნისათვის ექვსასი თუმანი აღუთქვა „წერაკითხვის საზოგადოებას“. [10].

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ილია ოქრომჭედლიშვილის შემდეგ 1889 წლის იანვრიდან მოსკოვის აღმოსავლური ენების ინსტიტუტის ქართული ენის კათედრა ჩაიბარა ალექსანდრე ხახანაშვილმა, რომელმაც ღირსეულად განაგრძო ძვირფასი მასწავლებლის საქმე 1912 წლის ივლისამდე, გარდაცვალებამდე. მისი გარდაცვალების შემდეგ სრულად შეწყდა ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრის მუშაობა, როგორც აღმოსავლური ენების ლაზარევის ინსტიტუტში, ისე მოსკოვის უნივერსიტეტში.

ამრიგად, მოსკოვის აღმოსავლური ენების ლაზარევის ინსტიტუტის ქართული ენისა და ლიტერატურის კათედრა რამდენიმე წლის განმავლობაში ერთგულად და დიდი შემართებით ემსახურებოდა ქართული ენისა და ლიტერატურის სწავლებას. აქ მოღვაწე ქართველები აქტიურად იყვნენ ჩართული ქართული კულტურის მოვლა-პატრონობაში და თავისი საქმიანობით ყოველთვის ეხმიანებოდნენ იმ პროცესებს, რომელიც მეცხრამეტე საუკუნის მეორე ნახევრიდან საქართველოში მიმდინარეობდა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. შ. გოზალიშვილი, ილია ოქრომჭედლიშვილი, თბილისი, 1976. გვ. 24-36.
2. იმედაშვილი, ქართველ მოღვაწეთა ლექსიკონი, ტ. I, თბილისი, 2018. გვ. 775.
3. მ. კობერიძე, ენობრივი სიტუაცია მოსკოვის აღმოსავლური ენების ლაზარევის ინსტიტუტში: ქართველური მემკვიდრეობა, XXV, ქუთაისი, 2021. გვ.164.
4. დავით ჩუბინაშვილის ავტოგრაფი: ლენინგრადის საოლქო სახელმწიფო ისტორიული არქივის უნივერსიტეტის ფონდი 14, საქმე 14745 ა. ფურცელი 104.
5. ილია ოქრომჭედლიშვილის თხოვნა: ლენინგრადის საოლქო სახელმწიფო არქივის უნივერსიტეტის ფონდი 14, ანაწერი 5, საქმე 1713, ფურცელი 2-11.
6. პ. ნაკაშიძის ბიოგრაფიული მასალები: მოსკოვის საოლქო ისტორიული არქივის ფონდი, # 213, ანაწერი 2, საქმე 186; ეს მასალები ჩამოტანილი იქნა შ. გოზალიშვილის მიერ, ინახება ხელნაწერთა ინსტიტუტში, ი. ნაკაშიძის ფონდი 291.
7. ქ. მუშკუდიანი, ილია ოქრომჭედლიშვილის მოსაგონებლად: ცისკარი, #8, თბილისი, 1971. 128.
8. პ. ნაკაშიძე, სამგზავრო წერილები: საქართველოს მოამბე, ტ. 7, თბილისი, 1863. გვ. 41-50.
9. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, ტ. 7, თბილისი, 1984. გვ. 204, 302.
10. გაზეთი „შრომა“, №6, ქუთ., 1981. გვ. 3-4.
11. ი. ჭავჭავაძე, თხზულებანი, ტ. 10. თბილისი, 1961. გვ. 94-95.
12. А. Хаханов (Хаханашви), Тридцатилетие Специальных Классов Лазарского Института восточном языков, Москва, 1903. стр. 11.

Georgian Language and Literature of the Lazarev Institute of Moscow chair and Ilia Okromchedlishvili

Mariam Koberidze

Doctor of Philology, Professor of Gori State University; + 995577251275, Email:

maikoberidze@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6604-1628>

Resume

This article presents the work of the Department of Georgian Language and Literature of the Lazarev Institute of Oriental Languages in Moscow. At the same time, the contribution of Ilia Okromchedlishvili to the development of Georgian national culture is analyzed. The Moscow Lazarev Institute of Oriental Languages was founded on May 10, 1815. The founders of this institution were the brothers Ivan and Ekom Lazar Lazaryan, members of a wealthy and influential family. At the Lazarev Institute, the Georgian language was taught along with oriental languages (Armenian, Arabic, Persian, Turkish...). Famous public figures taught at the Moscow Lazarev Institute: Mikheil Gurgenidze, Petre Nakashidze, Ilia Okromchedlishvili and Aleksandre Khakhanashvili. In 1871, the Department of Georgian Language and Literature was established at the Lazarev Institute. Ilia Okromchedlishvili made a special contribution to the work of this department. During his tenure, the teaching of Georgian language and literature took on a scientific character. According to the institute's curriculum, in special classes, compared to other languages, the Georgian language was allocated fewer hours, but its teaching was carried out at a high level. Under the program compiled by Ilia Okromchedlishvili, students not only studied the Georgian language and literature, but also learned about Georgian culture and history, and were given a certain idea of the nature of the Georgian language. Although Ilia Okromchedlishvili worked in Moscow, he contributed to the revival and development of Georgian national culture with his charity and material assistance. He was friends with Ilia Chavchavadze from St. Petersburg University. This personal closeness continued even after Ilia Chavchavadze returned to his homeland. After Ilia Okromchedlishvili, in 1889, Alexander Khakhanashvili took over the Georgian language department of the Moscow Institute of Oriental Languages and continued his teaching work with dignity. After the death of Alexander Khakhanashvili in 1912, the Department of Georgian Language and Literature was completely closed, both at the Lazarev Institute of Oriental Languages and at Moscow University. The Department of Georgian Language and Literature of the Lazarev Institute of Oriental Languages in Moscow served the teaching of Georgian language and literature faithfully and with great enthusiasm for several years. The Georgians working here were actively involved in the preservation of Georgian culture and, through their activities, always reflected the processes that had been taking place in Georgia since the second half of the nineteenth century.

Keywords: Moscow Lazarev Institute, Department of Georgian Language and Literature, Ilia Okromchedlishvili, Mikheil Gurgenidze, Petre Nakashidze. Alexander Khakhanashvili.



ბუნებრივი წყლის ულტრაფილტრაციული მემბრანების მიღება და კვლევა პოლიეთერსულფონის ბაზაზე

¹ზაზა ჯავაშვილი, ²გიორგი ბიბილეიშვილი, ³ნანა გოგესაშვილი, ⁴ელენე კაკაბაძე, ⁵მზია კეყერაშვილი, ⁶თინათინ ბუთხუზი

¹დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი, - e-mail zazajavar@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-3839-9880>

²ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი - e-mail: 75bibileishvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7712-2436>

³ქიმიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი - e-mail: nanagogesashvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5140-5815>

⁴საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

⁵საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

⁶საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

რეზიუმე

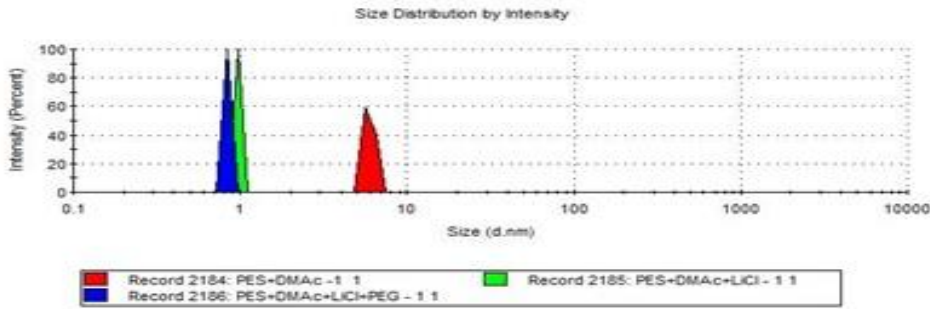
ნაშრომში პოლიეთერსულფონის 5200P(PES) ახალი ულტრაფილტრაციული მემბრანები მიღებულია დიმეთილაცეტამიდში (დმაც) PES-ის 15%-იან პოლიმერული კომპოზიციებიდან, რომელშიც დანამატებად გამოყენებულია მასით 10% პოლიეთილენგლიკოლი PEG 300, PEG 600 და 5% LiCl ცალცალკე და ერთად კომპლექსში. ჩატარებულია პოლიმერული ხსნარების და მემბრანების FTIR ანალიზი. ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე დადგენილია, რომ ერთდროულად პეგ-ის და LiCl -ის დამატებამ მემბრანის დასასხმელ ხსნარში გამოიწვია მემბრანების წარმადობის ზრდა. მიღებული მემბრანებიდან სტრუქტურით და წარმადობის მაჩვენებლით (1985ლ/მ²სთ) საუკეთესო იყო PES /PEG 600/ LiCl/ DMAc დასასხმელი ხსნარიდან გამოლექილი მემბრანა.

საკვანძო სიტყვები: ულტრაფილტრაცია, პოლიეთერსულფონი, PEG, LiCl, პროდუქტიულობა.

შესავალი მემბრანული ტექნოლოგია წარმოადგენს წყლის და სითხეების გასუფთავების ერთერთ ხშირად გამოყენებად ტექნოლოგიას დამაბინძურებელი ნაწილაკების მოცილების ხარისხის და ეკონომიური ეფექტიანობის გამო[1]. მემბრანულ ტექნოლოგიაში გამოყენებული მასალების დიდი ნაწილი პოლიმერებია. ისინი მრავალმხრივი გამოყენების გამო, წარმოადგენენ მემბრანული მასალების და ტექნოლოგიების ინტერესის უმნიშვნელოვანეს სფეროს ყოველდღიურობაში წყლის გასუფთავებიდან დაწყებული მედიცინის მიღწევებით დამთავრებული[2]. მემბრანაწარმომქმნელ პოლიმერებს განეკუთვნება პოლისულფონები და

პოლიეთერსულფონებიც, რომელთა ქიმიური თვისებები გაპირობებულია მათ მაკრომოლეკულებში პოლარული ჯგუფების არსებობით[3,4,5].

ანალიზი პოლიეთერსულფონის გახსნა დიმეთილაცეტამიდში ჩატარებული იქნა 100მლ-იან კოლბაში 55°C -ზე გაცხელებით 24სთ მაგნიტური სარევალათი მუდმივი მორევის პირობებში. მიღებულ იქნა პოლიეთერსულფონის (პეს) 15%-იანი კომპოზიცია PES/ DMAc. პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით (Biolar). ცალცალკე კომპოზიციაში ჩამატებული იყო მასით 5% LiCl და 10% PEG300 და PEG600. შესაბამისად მიღებულ იქნა სამი კომპოზიცია PES/ DMAc/LiCl, PES/DMAc/PEG300, PES/DMAc /PEG600. შემდეგში PES/DMAc/LiCl კომპოზიციებში შეტანილ იყო PEG300 და PEG600. საინტერესო იყო კომპლექსურად ორი დანამატის LiCl/PEG300 და LiCl/PEG600 სისტემა რომელ გამხსნელიდან გამოლექილ მემბრანების თვისებებზე მოახდენდა უფრო მეტ გავლენას. უდანამატო და დანამატიან ჰომოგენურ პოლიმერულ ხსნარებში დინამიური განზნევის მეთოდით შესწავლილია ნაწილაკების ზომების მნიშვნელობები ანალიზატორ (Zetasizer Nano Zen 3690- Malvern Instruments) მალვერნზე.

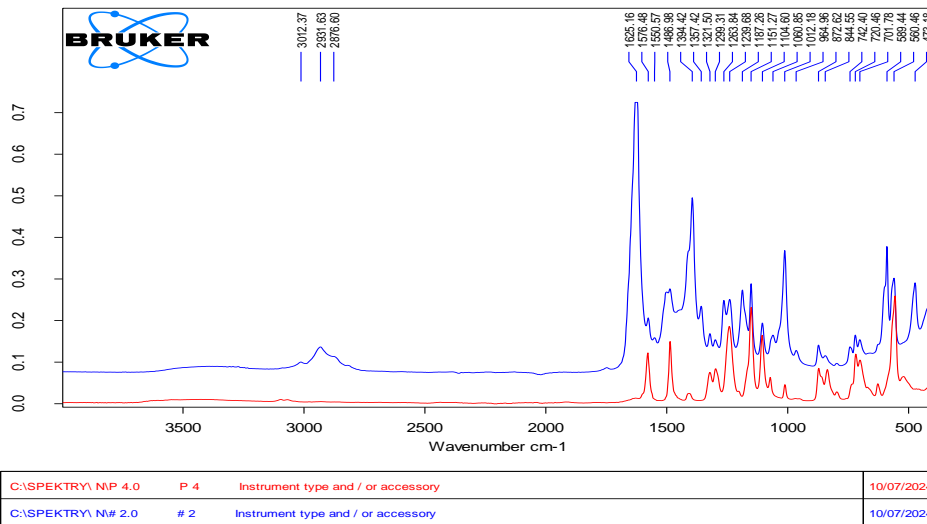


სურათი 1. განსხვავებული ქიმიური შედგენილობის მქონე პოლიმერული ხსნარის ნაწილაკების ინტენსივობის მრუდები

მიღებული ერთგვაროვანი, ჰომოგენური, მემბრანების დასასხმელი კომპოზიციები დაიტანებოდა ლაბორატორიულ ფილერზე მოთავსებულ მინის პოლირებულ ფირფიტაზე უჟანგავი ფოლადის დანის დახმარებით გამოლექვის პროცედურები ჩატარებულია გამოხდილი წყლის საკოაგულაციო აბაზანაში 25°C-ზე. მიღებული იქნა P1- P6 მემბრანები. ფორის ზომა განსაზღვრულია ბუმტულაკების წერტილის მეთოდით. ჩატარებულია პოლიმერული კომპოზიციების და მემბრანების FTRI (BRUKER) ანალიზი, ხოლო მემბრანების მორფოლოგია და სტრუქტურა შესწავლილია მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd). დასასხმელი პოლიმერული კომპოზიციები წარმოადგენენ პოლიდისპერსიულ სისტემებს. დანამატიან პოლიეთერსულფონურ ხსნარებში პოლიმერის გახსნის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევისას გამოვლენილია პოლიმერის ნაწილაკის ზომების კლების დინამიკა, 5.972 ნმ-დან 0.8332 ნმ-მდე, რომელიც გაპირობებულია ხსნარში PEG-ის და LiCl -ის შეტანით და პოლიმერსა და დანამატებს შორის მოქმედი მოლეკულათაშორისო ძალებით.

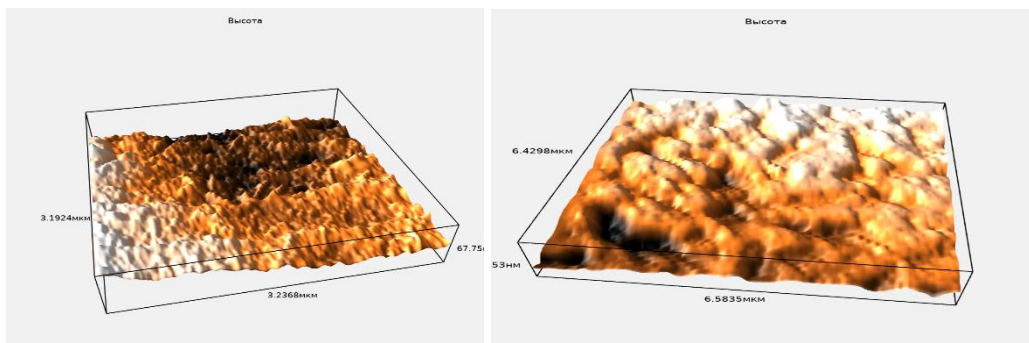
ჩატარებულია დასასხმელი ხსნარების და მათი გამოლექვით მიღებულ მემბრანების FTRI სპექტრალური ანალიზი. სურათზე 2 მოცემულია PES/DMAc/PEG600/LiCl პოლიმერულ ხსნარის და მისი გამოლექვით მიღებული მემბრანების იწ სპექტრები. ხსნარებში არომატული

ბირთვების ინტენსიური შთანთქმის ზოლი არის 1636 cm^{-1} სურათი 2. ხოლო მემბრანებში არომატული ბირთვის შთანთქმის ზოლი გადანაცვლებულია 1578 cm^{-1} და 1460 cm^{-1} , პიკების ინტენსივობა კი შემცირებული. (C-O-C) არომატული ეთერულ ჯგუფს შეესაბამება 1280- 1150 cm^{-1} , (C=C) არომატული ბირთვის შთანთქმის ზოლია 1483 cm^{-1} და 1510 cm^{-1} , (O=S=O) ჯგუფებს შეესაბამება შთანთქმის ზოლი 1151 cm^{-1} , ხოლო 833 cm^{-1} არომატულ ჯგუფს CH-ს.



სურათი 2. მოცემულია PES /PEG 600/ LiCl/ DMAc კომპოზიციის იწ სპექტრი(ლურჯი პიკი) და ამ ხსნარისგან გამოლექილი P6 მემბრანის (წითელი პიკი) იწ სპექტრი.

FTIR სპექტრებისგან განსხვავებით მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია სურათი 4,5. უდანამატო PES/ DMAc სისტემიდან გამოლექილი P1 მემბრანის ზედაპირზე ჭარბობს ღია ფერი (სურათი 4), მცირეა ფორების რაოდენობა.



სურათი 4. მემბრანა P1 სურათი 5. მემბრანა P6

P6 მემბრანა გამოირჩევა უდეფექტო, მოწესრიგებული და ჩამოყალიბებული სტრუქტურით, ასევე გაზრდილი ფორიანობით, რაც მიუთითებს დასასხმელ ხსნარში PEG600/LiCl დანამატის შეტანის გავლენაზე. 15%-იანი პოლიეთერსულფონის უდანამატო და დანამატიანი კომპოზიციების შედგენილობები და მიღებული მემბრანული ნიმუშების მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. 15%-იანი პეს-ის კომპოზიციების შედგენილობა და მიღებული მემბრანების მახასიათებლები.

ხსნარის შედგენილობა	დმაც %	პეგ 300, %	პეგ 600, %	LiCl, %	მემბრანა	ფორის ზომა, მკმ	წარმადობა, ლ/მ ² სთ
PES/ DMAc	87	-	-	-	P1	0,1	991
PES/ DMAc /LiCl	82			5	P2	0,09	1321
PES/ DMAc /PEG300	82	10			P3	0,08	1486
PES/ DMAc /PEG600	82		10		P4	0,07	1545
PES/DMAc/PEG300/LiCl	77	10		5	P5	0, 11	1624
PES/DMAc/PEG600/LiCl	77		10	5	P6	0,09	1985

შედეგი და დასკვნა ცხრილიდან ჩანს, რომ უდანამატო კომპოზიციიდან გამოლექილი მემბრანის P1-ის LiCl-ის დამატების შემდეგ გამოლექილი P2 მემბრანის PWF (სუფთა წყლის ნაკადი, წარმადობა) იზრდება, P3, P4, მემბრანებთან შედარებით, რომელთა ხსნარებშიც მოხდა მარტო PEG300-ის და PEG600-ის ჩამატება. მაგრამ P5, P6 მემბრანების ფორის ზომები შემცირებულია. წარმადობის მაღალი მაჩვენებელი აღმოაჩნდა PES/DMAc/PEG600/LiCl კომპოზიციიდან გამოლექილ ულტრაფილტრაციულ მემბრანას.

ლიტერატურა

1. L. G. Tiron, Ş. C. Pintilie, M. Vlad, I. G. Birsan, Ş. Balta, Characterization of Polysulfone Membranes Prepared with Thermally Induced Phase Separation, IOP Conf Ser Mater Sci Eng, Galați, Romania, 2017.
2. K. Gonzaga, J. C. Mierzwai, Comparison between Two Polyethersulphone Concentrations in Hollow Fiber Ultrafiltration Membranes. Is It Worth to Use More Polymer? Eclét Quím, **46** (1), 52 (2021).
3. T. A. Otitoju, A. L. Ahmad, Recent Advances in Hydrophilic Modification and Performance of Polyethersulphone (PES) Membrane via Additive Blending. RSC Adv, **40**, 22710 (2018).
4. B. Thurmer, P. M. Poletto, M. Marcoli, J. M. Duarted, M. Zeni, Effect of Non-solvents Used in the Coagulation Bath on Morphology of PVDF Membranes. JMR, **15** (6), 884 (2012).
5. J. Lin, C. L. Cheng, F. M. Huang, L. P. Cheng, Effect of Salt Additive on the Formation of Microporous Poly(vinylidene fluoride) Membranes by Phase Inversion from LiClO₄/water/DMF/PVDF System. Polymer, **44**, 413 (2003).
6. ბიბილეიშვილი გ.ვ., გოგესაშვილი ნ.ნ., კეყერაშვილი მ.გ., მამულაშვილი მ.ა., კაკაბაძე ე.გ., პოლიმერული კონფორმაციის გავლენის კვლევა მიკროფილტრაციული მემბრანების მახასიათებლებზე. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, ტ.100,1 78-81, 2024,.

Preparation and research of natural water ultrafiltration membranes based on polyethersulfone

¹Zaza Javashvili, ²George Bibileishvili, ³Nana Gogesashvili, ⁴Elene Kakabadze, ⁴Mzia Kezherashvili, ⁵Tinatin Butkhuzi

Engineering Institute of Membrane Technologies of Georgian Technical University

Abstract

Polyethersulfone microfiltration membranes were successfully obtained from casting compositions of 15% polyethersulfone in DMAc. PEG 300, PEG 600 and LiCl were used as additives. The influence of the additives on the characteristics of the membranes was studied in detail both separately and in the complex. DLS of the solutions, as well as FTIR analysis of the solutions and obtained membranes were performed. It was determined that the simultaneous use of additives has a more significant effect on the characteristics of membranes than the use of each additive separately. The membrane precipitated from the PES /PEG 600/ LiCl/ DMAc pouring solution was the best in terms of structure and productivity index (1985 L/m²h) among the obtained membranes.

keywords: ultrafiltration, polyethersulfone, PEG, LiCl, productivity.



ტურბულენტური ნაკადის პირობებში ულტრაფილტრაციული პროცესების კვლევა ჰიდროდინამიკური რეჟიმული პარამეტრების ოპტიმიზაციისათვის

¹ მზია კეჟერაშვილი, ²გიორგი ბიბილეიშვილი, ³ლიანა ყუფარაძე, ⁴ნანა გოგესაშვილი, ⁵ზაზა ჯავაშვილი, ⁵ელენე კაკაბაძე

¹დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, სტუ-ის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი- e-mail: Kezherashvilimzia@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-9491-7949>

²ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, სტუ-ის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი- e-mail: 75bibileishvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7712-2436>

რეზიუმე

თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე შესწავლილია წყლის ულტრაფილტრაციული გაყოფის პროცესის რეჟიმული პარამეტრები ტურბულენტური ნაკადის პირობებში. მემბრანული აპარატის სადაწნეო საკნის 0,1მმ, 0,2მმ, 0,4მმ, 0,6მმ, 1მმ სიმაღლის პირობებში ექსპერიმენტული შედეგების თეორიულ კვლევებთან შედარებამ აჩვენა, რომ გარდამავალ ტურბულენტურ რეჟიმში სადაწნეო საკნის სიმაღლესა და ხვ. წარმადობის მნიშვნელობებს შორის დამოკიდებულება მრუდწირულია, ხვ. წარმადობა იზრდება სადაწნეო საკნის სიმაღლის დიაპაზონში 0,1მმ-0,6მმ, ხოლო კლებადია 0,6მმ-1მმ ფარგლებში. განვითარებულ ტურბულენტურ რეჟიმში სადაწნეო საკნის სიმაღლესა და ხვ. წარმადობის მნიშვნელობებს შორის დამოკიდებულება სწორხაზობრივია, ხვ. წარმადობა მცირდება საკნის სიმაღლის ზრდასთან ერთად.

საკვანძო სიტყვები: ულტრაფილტრაცია; მემბრანა; სადაწნეო საკანი; ტურბულენტური რეჟიმი;

შესავალი წყლის რესურსების მდგრადობა და მართვა მნიშვნელოვანია საზოგადოების უსაფრთხოების, სოციალური, ეკონომიკური, ეკოლოგიური პროგრესის შესანარჩუნებლად. გლობალური დათბობა, გარემოსდაცვითი ცვლილებები, შეუსაბამო და ქაოტური ურბანული დაგეგმარება ქმნის სუფთა სასმელი წყლის დეფიციტს მსოფლიოში, რაც დღის წესრიგში აყენებს შემუშავდეს ადეკვატური ტექნოლოგიები და მიდგომები წყლის რესურსების მდგრადი მართვისთვის [1-2]. ამ მიმართებით მემბრანული ტექნოლოგიის გამოყენება მნიშვნელოვანია სხვადასხვა წარმოშობის ბუნებრივი წყლების დასამუშავებლად და მათგან მაღალი ხარისხის სასმელი წყლის მისაღებად [3].

სამუშაოს მიზანი და ანალიზი სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ბუნებრივი წყლების ულტრაფილტრაციული გაყოფის პროცესების ეფექტურად წარმართვისათვის მემბრანულ აპარატებში სადაწნეო საკნის გეომეტრიული კონფიგურაციის კვლევა, რომელიც უზრუნველყოფს ჰიდროდინამიკური რეჟიმული პარამეტრების ოპტიმიზაციას ტურბულენტური ნაკადის პირობებში. ჩატარებულია თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები ინსტიტუტში შექმნილ ტანგენციალურ პრინციპზე მომუშავე ლაბორატორიული მემბრანული მოდულზე [4-5]. დანადგარის მუშა კვანძის გეომეტრიული დაგეგმარებისათვის სითხის ნაკადის დინების ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების თეორიული შესწავლისათვის გამოთვლილი იქნა რეინოლდსის რიცხვი, რომელიც განისაზღვრა სხვადასხვა სიჩქარით მოძრავი სითხისა (ν , მ/წმ) და გეომეტრიის საკნისათვის (სიგანე $B=12$ მმ, სიგრძე $l=32$ მმ, სიმაღლე- 0,2მმ; 0,4მმ, 0,6 მმ, 1 მმ). თეორიული გათვლებით დადგინდა სადაწნეო საკანში გარდამავალი და განვითარებული ტურბულენტური რეჟიმით მოძრავი წყლის ნაკადის სიჩქარის დიპაზონი საკნის მოცემული სიმაღლეების პირობებში. შედეგები ასახულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. სითხის ნაკადის სიჩქარე სადაწნეო საკნის სხვადასხვა სიმაღლეებისათვის ტურბულენტური ნაკადისათვის

სადაწნეო საკნის სიმაღლე, (მმ)	სადაწნეო საკანში სითხის ნაკადის სიჩქარე, ν , მ/წმ	
	გარდამავალი ტურბულენტური რეჟიმი	განვითარებული ტურბულენტური რეჟიმი
0,1	18	28
0,2	9	14
0,4	4,5	7,2
0,6	3,07	4,85
1	1,9	2,991

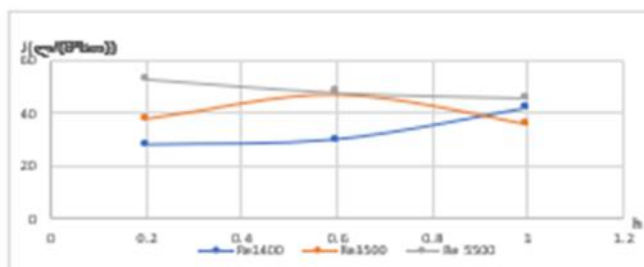
თეორიულმა კვლევამ აჩვენა, რომ ულტრაფილტრაციული პროცესის დროს ტურბულენტური რეჟიმის განვითარებისათვის არ არის რეკომენდირებული სადაწნეო საკანი, რომლის სიმაღლეა 0,1 მმ და 0,2მმ, რადგან ასეთი გეომეტრიის საკანში ტურბულენტური ნაკადის განხორციელებისათვის საჭიროა სითხის ნაკადის მაღალი სიჩქარის გარდამავალი 4,5მ/წმ-დან 18 მ/წმ-მდე და განვითარებული 7,2მ/წმ-დან 28 მ/წმ-მდე აწევა, რაც დიდ ენერგოდანახარჯებს მოითხოვს. ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების თეორიული მონაცემების ექსპერიმენტული მონაცემებთან შედარება განხორციელდა რეინოლდსის რიცხვის იმ მნიშვნელობის მიხედვით, რომელიც უზრუნველყოფს გარდამავალ და

განვითარებულ ტურბულენტურ რეჟიმებს წყლის ნაკადის ოპტიმალური სიჩქარის და 0,1მკმ ფორის ზომის მემბრანის პირობებში. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში-2.

ცხრილი 2. ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების თეორიული და ექსპერიმენტული მონაცემები 0,6მმ და 1მმ სადაწნეო საკნის სიმაღლისათვის ტურბულენტური ნაკადის პირობებში

Re	3500	5500
$h=0,6\text{მმ}$ $F=B \times h = 12 \times 0,6=7,2\text{მ}^2= 7,2 \times 10^{-6}\text{მ}^2$; $\chi=2B+2h=24+1,2=25,2\text{მ}$ $R=$ $\frac{F}{\chi} = \frac{7,2}{25,2} \approx 0,28541\text{მ}=0,28541 \times 10^{-3}\text{მ}$; $d=4 \times R = 1,1428\text{მ}=1,14164 \times 10^{-3}\text{მ}$;		
vd, მ ² /წმ	3,514×10 ⁻³	5,522×10 ⁻³
v, მ/წმ	3,07	4,85
Q, მ ³ /წმ	22,13 ×10 ⁻⁶	34,7832 ×10 ⁻⁶
რეჟიმები	გარდამავალი ტურბულენტური	განვითარებული ტურბულენტური
J, ლ/მ ² სთ	37	48
$h=1\text{მმ}$ $F=B \times h = 12 \times 1=12\text{მ}^2= 12 \times 10^{-6}\text{მ}^2$; $\chi=2B+2h=24+2=26\text{მ}=26 \times 10^{-3}$; $R=$ $\frac{F}{\chi} = \frac{12}{26} \approx 0,4615\text{მ}=0,4615 \times 10^{-3}\text{მ}$; $d=4 \times R = 1,84615\text{მ}=1,846153 \times 10^{-3}\text{მ}$;		
vd, მ ² /წმ	3,514 ×10 ⁻³	5,522 ×10 ⁻³
v, მ/წმ	1,9	2,991
Q, მ ³ /წმ	22,84 ×10 ⁻⁶	35,89 ×10 ⁻⁶
რეჟიმები	გარდამავალი ტურბულენტური	განვითარებული ტურბულენტური
J, ლ/მ ² სთ	24	34

შესწავლილია ბუნებრივი წყლის ულტრაფილტრაციის პროცესში ხვ. წარმადობას და სადაწნეო საკნის სხვადასხვა სიმაღლეს შორის დამოკიდებულება, რომლის გრაფიკული გამოსახულება მოცემულია ნახაზზე 1.



ნახაზი 1. ხვ. წარმადობას და სადაწნეო საკნის სხვადასხვა სიმაღლეს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი

შედეგი და დასკვნა ამრიგად, ტანგენციალურ პრინციპზე მომუშავე ლაბორატორიული მემბრანული მოდულზე წყლის ულტრაფილტრაციის ექსპერიმენტული შედეგების თეორიულ კვლევებთან შედარებამ 0,1 მმ, 0,2მმ, 0,4მმ, 0,6მმ და 1მმ სიმაღლის მქონე სადაწნეო საკნის პირობებში გვიჩვენა, რომ გარდამავალ ტურბულენტურ რეჟიმში სადაწნეო საკნის სიმაღლესა და ხვ. წარმადობის მნიშვნელობებს შორის დამოკიდებულება მრუდწირულია, ხვ. წარმადობა იზრდება სადაწნეო საკნის სიმაღლის დიაპაზონში 0,2მმ-0,6მმ, ხოლო კლებადია 0,6მმ-1მმ ფარგლებში. განვითარებულ ტურბულენტურ რეჟიმში სადაწნეო საკნის სიმაღლესა და ხვ. წარმადობის მნიშვნელობებს შორის დამოკიდებულება სწორხაზობრივია, ხვ. წარმადობა მცირდება საკნის სიმაღლის ზრდასთან ერთად.

ლიტერატურა:

- 1.H. Mokarizadeh, A. Raisi; Industrial wastewater treatment using PES UF membranes containing hydrophilic additives: Experimental and modeling of fouling mechanism; Environmental Technology and Innovation, vol. 23, p. 101701, 2021.
2. Nunes, S.P.; Culfaz-Emecen, P.Z.; Ramon, G.Z.; Visser, T.; Koops, G.H.; Jin, W.; Ulbricht, M. Thinking the future of membranes: Perspectives for advanced and new membrane materials and manufacturing processes. J. Membr. Sci. 2020, 598.
3. Y. L. Thuyavan, N. Anantharaman, G. Arthanareeswaran, and A. F. Ismail, "Impact of solvents and process conditions on the formation of polyethersulfone membranes and its fouling behavior in lake water filtration," Journal of Chemical Technology and Biotechnology, vol. 91, no. 10, pp. 2568–2581, 2016.
- 4.G. Bibileishvili, L. Kuparadze. The analysis of experimental data obtained by microfiltration of natural water. Journal of Progressive Sciences and Technologies, 2020, Vol.23, No.2, pp.421-428.
5. G. Bibileishvili, M. Kezherashvili, N. Gogesashvili, L. Kuparadze, L. Ebanoidze, Effect of the Temperature of the Non-Solvent on the Morphology of the Polymeric Membrane. // European Journal of Scientific Research (EJSR), 2022, vol.161,1, pp.5-15.

Research of ultrafiltration processes under turbulent flow conditions for optimization of hydrodynamic regime parameters

¹Mzia Kezherashvili, ²George Bibileishvili, ³Liana Kuparadze, ⁴Nana Gogesashvili, ⁵Zaza JavaSvili, ⁶Elene Kakabadze

SUMMARY

On the basis of theoretical and experimental studies, the regime parameters of the ultrafiltration water separation process under turbulent flow conditions have been studied. Under conditions of 0.1 mm, 0.2 mm, 0.4 mm, 0.6 mm, 1 mm height of the pressure cell of the membrane device. Comparison of experimental results with theoretical studies showed that in the transient turbulent regime, the relationship between the pressure cell height and the specific performance values is curvilinear, the specific performance increases in the pressure cell height range of 0.1mm-0.6mm, and decreases in the range of 0.6mm-1mm. In the developed turbulent regime, the relationship between the height of the pressure cell and the performance values is linear, the specific performance decreases with the increase of the cell height.

Keywords: ultrafiltration; membrane; pressure cell; turbulent regime;



არაგამხსნელის ფუძე-მჟავური ბუნების გავლენის კვლევა ფაზური ინვერსიით მიღებული მემბრანების მახასიათებლებზე

¹ ნანა გოგესაშვილი, ² გიორგი ბიბილეიშვილი, ³ ლიანა ებანოიძე, ⁴ ელენე კაკაბაძე, ⁵ ზაზა ჯავაშვილი, ⁶ თინათინ ბუთხუზი

¹ ქიმიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი - e-mail: nanagogesashvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5140-5815>

² ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, - e-mail: 75bibileishvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7712-2436>

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

რეზიუმე

ნაშრომში 15%-იანი პოლიამიდის (პა) პოლიმერული კომპოზიცია რომელიც მიღებული იყო ლითიუმის ქლორიდიან დიმეთილაცეტამიდში(დმაც) (პა/დმაც/LiCl) გამოყენებული იყო ახალი ფილტრაციული მემბრანების შესაქმნელად. გამოკვლეული იყო არაგამხსნელის ფუძე-მჟავური ბუნების როლი მემბრანების გამოლექვისას ფაზური ინვერსიის მეთოდით 20°C და 50 °C ტემპერატურაზე. დადგენილია, რომ როგორც არაგამხსნელის შედგენილობა ასევე ტემპერატურა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მიღებული მემბრანების მახასიათებლებზე. N1- N8 მემბრანების ფორის ზომები განსაზღვრულია ბუმბულაკების წერტილის მეთოდით. ხოლო მემბრანების მორფოლოგია და სტრუქტურა შესწავლილია მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd). მიღებული მემბრანებიდან უკეთესი წარმადობა და ზედაპირული ტოპოგრაფია აღმოაჩნდა 50 °C – ზე შემჟავებულ წყალში გამოლექილ მემბრანას.

საკვანძო სიტყვები: მემბრანა, კოაგულაციის აბაზანა, ფაზური ინვერსია, არაგამხსნელი, პროდუქტიულობა.

შესავალი მემბრანულ ტექნოლოგიაში ფართო გამოყენება მოიპოვა მიკრო-, და ულტრაფილტრაციული მემბრანების მიღებამ ფაზური ინვერსიის მეთოდით. ფაზური დაყოფის მეთოდები და მექანიზმები, რომელიც ინდუცირებულია არაგამხსნელით ორმოცდაათი წელია რაც შეისწავლება. ფაზურ-ინვერსიული მემბრანები გამოიყენება ქიმიური მრეწველობის მრავალ დარგში, ბიოტექნოლოგიაში და ეკოლოგიაში. ამ მეთოდით მიღებული წყლის საფილტრაციო პოლიმერული მემბრანების თვისებები, ძირითადად განისაზღვრება მათი სტრუქტურით, რომელიც ყალიბდება უშუალოდ მემბრანების წარმოქმნის პროცესში. ფაზური ინვერსია არის განშრევების პროცესი, რომლის დროსაც

საწყისი პოლიმერული კომპოზიციის ჰომოგენური ხსნარი თხევადი მდგომარეობიდან გადადის მყარ მდგომარეობაში. ინვერსიის პროცესის წარმართვა და ამ პროცესის რეჟიმული პარამეტრების დადგენა მემბრანების შექმნის მნიშვნელოვანი ეტაპია [1]. აღიშნული პროცესის დროს ერთდროულად წარმოებს აორთქლებაც და დიფუზიაც. ფაზური დაყოფის და მასაგადატანის პროცესების შერწყმა გავლენას ახდენს მემბრანის სტრუქტურაზე, საკოაგულაციო აბაზანაში მთლიანად ხდება გამხსნელის და ფორწარმომქმნელი დანამატის გამოდევნა და არაგამხსნელით გაჯირჯვებული მემბრანის წარმოქმნა. ინვერსიის პროცესი მოიცავს როგორც თერმოდინამიკურ, ასევე კინეტიკურ ასპექტებს. პროცესის მიმდინარეობაზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს არაგამხსნელის ფუმე-მჟავური ბუნება, რომელიც თავის მხრივ განაპირობებს მიღებული მემბრანების სტრუქტურის, მორფოლოგიის და ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების ცვლილებას. ფაზური ინვერსიის პროცესში გამხსნელის და არაგამხსნელის ურთიერთგაცვლის სიჩქარე მნიშვნელოვანი პარამეტრია რომელიც შესაძლებელია შეიცვალოს არაგამხსნელის შედგენილობის და ტემპერატურის ცვლილებით. იმ შემთხვევაში, როცა გამხსნელისა და არაგამხსნელის მსგავსება მაღალია, განშრეგების პროცესი მიდის ძალიან სწრაფად და მიიღება მაკროსიცარიელების მქონე მემბრანები[2,3].

ანალიზი ფაზური ინვერსიის პროცესზე არაგამხსნელის ფუმე-მჟავური ბალანსის გავლენის კვლევისათვის ჩატარებული იყო ექსპერიმენტები, რომლებიც საშუალებას იძლევა მემბრანის ზედაპირის ჰიდროფილური და ჰიდროფობური ბალანსის ცვლილებით, ასევე მემბრანების ზედაპირის მუხტის გაზრდით როგორც მონო- ასევე მრავალმუხტიანი იონებით გაუმჯობესდეს მემბრანული ნიმუშების ფილტრაციული თვისებები. ამ მიზნით მომზადებული იყო 15%-იანი პოლიამიდის(პა) პოლიმერული კომპოზიცია ლითიუმის ქლორიდიან დიმეთილაცეტამიდში(დმაც) პა/დმაც/LiCl. 100მლ-იან კოლბაში 55°C -ზე გაცხელებით, 24სთ მაგნიტური სარევალათი მუდმივი მორევის პირობებში. გამოლექვა ჩატარებული იყო როგორც სუფთა წყალში, ასევე ცალკე კალიუმის ტუტის, კალიუმის კარბონატის და მმარმჟავის შემცველ საკოაგულაციო აბაზანაში არაგამხსნელის განსხვავებული pH პირობებში. . ფაზური ინვერსიის პროცესი ჩატარებული იყო 20°C და 50 °C -ზე. მიღებული იყო N1- N8 მემბრანული ნიმუშები, რომელთა ფორის ზომა განისაზღვრა ბუმტულაკების წერტილის მეთოდით. ნიმუშების მორფოლოგია და სტრუქტურა შესწავლილია მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd). ცხრილში 1 მოცემულია პა/დმაც/LiCl. კომპოზიციის განსხვავებული შეგენილობის არაგამხსნელში გამოლექილი მემბრანების მახასიათებლები.

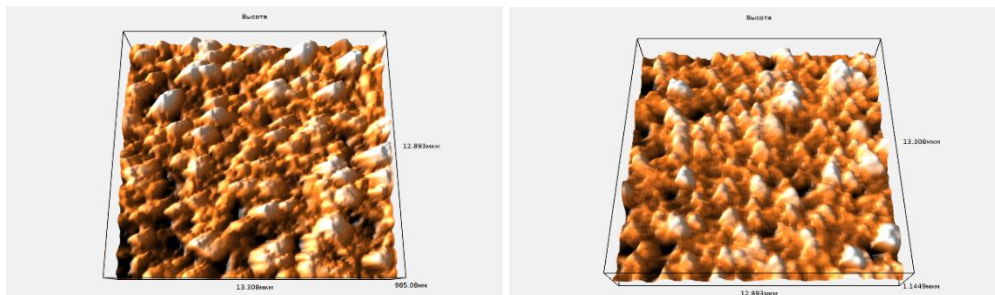
ცხრილი 1. პა/დმაც/LiCl პოლიმერული კომპოზიციის განსხვავებული შეგენილობის არაგამხსნელში გამოლექილი მემბრანების მახასიათებლები.

არაგამხსნელის შედგენილობა	t, °C	მემბრანა	ფორის ზომა, მკმ	ხვ.წარმადობა, ლ/მ ² სთ
წყალი	20	N1	1,1	789
წყალი +KOH	20	N2	1,3	801
წყალი +K ₂ CO ₃	20	N3	1,41	845
წყალი +CH ₃ COOH	20	N4	1,66	974
წყალი	50	N5	0,9	980
წყალი + KOH	50	N6	1,2	901
წყალი +K ₂ CO ₃	50	N7	1,5	991
წყალი +CH ₃ COOH	50	N8	1,6	1123

ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ 20°C ტემპერატურაზე გამოლექილი მემბრანების წარმადობა ნაკლებია, ვიდრე 50 °C გამოლექილი მემბრანების, რაც იმას ნიშნავს, რომ აღნიშნული კომპოზიციის გამოსალექად მიზანშეწონილია გამოლექვა ჩატარებულ იქნას 50 °C – ზე. ამ ტემპერატურაზე K₂CO₃-იან წყალში და სუფთა წყალში გამოლექილი მემბრანების წარმადობა ახლოსაა ერთმანეთთან. ტუტე ხსნარში გამოლექილი მემბრანის წარმადობა უფრო ნაკლებია, ვიდრე სუფთა წყალში გამოლექილი მემბრანის. პა/დმაც/LiCl ხსნარიდან როგორც 20°C – ზე, ისე 50 °C – ზე გამოლექილი მემბრანებიდან უკეთესი წარმადობა აღმოაჩნდა ძმარმჟავიან წყალში გამოლექილ მემბრანას. სურათზე 1,2,3,4 მოცემულია 50 °C – ზე გამოლექილი მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით შესწავლილი მემბრანების მიკროსურათები.



სურათი 1. მემბრანა N 5 სურათი 2. მემბრანა N6



სურათი 3. მემბრანა N 7 სურათი 4. მემბრანა N8

შედეგი და დასკვნა შემჟავებულ წყალში გამოლექილი N8 მემბრანა გამოირჩევა უფრო მაღალი სტრუქტურული ერთგვაროვნებით, ვიდრე ტუტე N6 და ნეიტრალური pH-ის პირობებში N 7 გამოლექილი მემბრანები. ზედაპირული ტოპოგრაფიის ცვლილება ვიზუალურადაც მკაფიოა. აღნიშნული კვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ საკოაგულაციო აბაზანის pH-ის და ტემპერატურის კორექტირება წარმოადგენს მემბრანის მახასიათებლების გაუმჯობესების პერსპექტიულ მიდგომას.

დადგენლია, რომ ფორის ზომები ასევე წარმოადგენს იზრდება საკოაგულაციო ხსნარის pH -ის შემცირების და გამოლექვის პროცესის 50 °C ტემპერატურაზე ჩატარების შემთხვევაში.

ლიტერატურა

1. Aqnieszka K.Holda, ivo F.J.Vankelecom, Understanding and quigind the phase inversion process for synthesis of solvent resistant nanofiltration membranes, J. Appl. Polym. Sci. 2015, 132.
2. Rosario Cervellere,Xianghong Qian, David M.Ford,Christina, Carbello,Sal Giglia, Paul C.Millett, Phase-field modeling of non-solvent induced phase separatio (NIPS) for PES/NMP/Water with comparison to experiments ,Journal of MembranE Science v.619, 2021.
3. Liana F. Padilha¹ and Cristiano P. Borges PVC membranes prepared via non-solventinduced phase separation process, Brazilian Journal of Chemical Engineering Vol. 36, No. 01, pp. 497 - 509, 2019.
4. Preparation and Characterization of Membranes Formed by Nonsolvent Induced Phase Separation A Review Gregory R. Guillen, Yinjin Pan, Minghua Li, and Eric M. V. Hoek* r | Ind. Eng Chem. Res, 2011, 50, 3798–3817
5. Song Zhao, Zhi Wang,Jiziao Wang, Shichang Wang, The effectof pHof coagulation bath on tailoring the morphologyand separation performance of polysulfone/polyaniline ultrafiltration membrane , Journal of membrane Science, 469, 316-325
6. Cristin Rina Ratri, Tegar BudiAguta, Annisaa Hayya Arundati, Rohib Rohib, Mochamad Chlid, Sotya Astutiningsh, Adam Febriyanto Nugraha, Effect of Coagulation Bath Composition on Cellulose-Based Polymer Electrolyte Fabrcated via Non-Solvent-Induci Ptas Separation Method,IJtec Vol14, N7, (2023).

Study of the influence of the basic-acidic nature of the non-solvent on the characteristics of membranes obtained by phase inversion

¹Nana Gogesashvili, ¹George Bibileishvili, ³Liana Ebanoidze, ⁴Elene Kakabadze, ⁵Zaza Javashvili,
⁶Tinatin Butkhuzi

Engineering Institute of Membrane Technologies of Georgian Technical University

Abstract

In the paper, a 15% polyamide (PA) polymer composition obtained in lithium chloride dimethylacetamide (DMAc) (PA/DMAc/LiCl) was used to create new filtration membranes. The role of the basic-acidic nature of the non-solvent in the deposition of membranes by the phase inversion method at 20°C and 60°C was investigated. It is established that both the composition of the non-solvent and the temperature have a significant effect on the characteristics of the obtained membranes. Pore sizes of N1-N8 membranes are determined by bubble point method. And the morphology and structure of the membranes were studied with a scanning probe microscope (SPM, Certus standart V, Nano Can technologies Ltd). Among the obtained membranes, the better productivity and surface topography was found for the membrane precipitated in acidified water at 50 °C.

keywords: membrane, Coagulation Bath, phase inversion, non-solvent, productivity.



პოლიმერული კომპოზიციის ელექტროკინეტიკური პოტენციალის დამოკიდებულება მიღებული მყარი აბკის გალწევადობასთან

¹ლიანა ებანოიძე, ²გიორგი ბიბილეიშვილი, ³ელენე კაკაბაძე, ³ზაზა ჯავაშვილი, ⁴მზია კეჭერაშვილი, ⁵თინათინ ბუთხუზი

¹ ქიმიის აკადემიური დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი - e-mail l.ebanoidze@gtu.ge ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9232-3515>

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

აბსტრაქტი

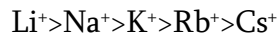
ნაშრომში წარმოდგენილია ცვალებადი კონცენტრაციის პოლიმერული ხსნარის Z-პოტენციალის დადგენა სინათლის გაბნევის დინამიური (სინათლის გაბნევის ელექტროფორეტიული) მეთოდით ანალიზატორზე Zetasizer Nano Zen 3690, ორმაგი ელექტრული შრის თვისებების შესაფასებლად, პოტენციალთა სხვაობის -30mV-დან +30mV-ის ფარგლებში. შესწავლილია პოლისულფონურ ხსნარებზე KCl-ის კონცენტრაციის გავლენა ხსნარის აგრეგატულ მდგრადობაზე. ელექტროკინეტიკური ζ-პოტენციალის სიდიდის მიხედვით შეფასებულია სისტემის აგრეგატული მდგრადობა, რომელიც დიდწილად განსაზღვრავს დასასხმელი ხსნარიდან დამზადებული მემბრანის ხვედრით წარმადობას. დადგენილია, რომ პოლიმერის ხსნარის აგრეგატული მდგრადობა შეიძლება მოდიფიცირებულ იქნას ელექტროლიტის განსაზღვრული რაოდენობით, რაც გავლენას ახდენს პოლიმერული კომპოზიციის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებზე, განაპირობებს ფაზური ინვერსიის პროცესის მსვლელობას და მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობის ასიმპტოტურ მნიშვნელობას.

საკვანძო სიტყვები: ζ-პოტენციალი, პოლიმერი, მემბრანა, ხვედრითი წარმადობა

პოლიმერული ხსნარები მოლეკულურ-დისპერსიული სისტემებია და თერმოდინამიკურად წონასწორულ მდგომარეობაში იმყოფებიან. გამხსნელის ბუნების, დანამატების მოქმედების და აგრეგატული მდგრადობის მიხედვით გააჩნიათ როგორც ჭეშმარიტი, ასევე კოლოიდური ხსნარის თვისებები. მათთვის დამახასიათებელია ისეთი ზედაპირული მოვლენები, როგორცაა ორმაგი ელექტრული შრის წარმოქმნა, კოაგულაცია, ადსორბცია და ადჰეზია.

პოლიმერულ ხსნარზე ელექტროლიტის დიდი რაოდენობით დამატებისას ირღვევა სისტემის აგრეგატული მდგრადობა, ადგილი აქვს ხსნარიდან პოლიმერის გამოყოფას,

რომელიც პრინციპულად არ განსხვავდება გამომარილებისაგან, შეუქცევადი პროცესია და არ ემორჩილება შულცე-ჰარდის წესს. პოლიმერის გამოყოფაზე მოქმედების უნარის მიხედვით ელექტროლიტის კათიონები იგივე ლიოტროპულ რიგში ლაგდება, როგორც კოლოიდური სისტემების კოაგულაციის შემთხვევაში



პოლიმერის გამოყოფის პროცესი მიმდინარეობს ჰომოგენური სისტემის გადასვლით ჰეტეროგენურში, რომლის მყარი ფაზა შედგება ბირთვისგან, ხოლო თხევადი ფაზა - საწინააღმდეგო იონების ორმაგი ელექტრული (ადსორბციული და დიფუზიური) შრისაგან.

სისტემის მოთავსებისას მუდმივ ელექტრულ ველში ხდება ორმაგი ელექტრული შრის გახლეჩვა დიფუზიური შრის სრიალის სიბრტყეში და ფაზათა გამყოფ საზღვარზე პოტენციალთა სხვაობის (ელექტროკინეტიკური - ζ-პოტენციალი) წარმოქმნა.

მემბრანული კომპოზიციის მიღებისას ζ-პოტენციალის საშუალო მნიშვნელობის დადგენა და მისი ვარირება აუცილებელ პირობას წარმოადგენს პოლიმერის გახსნის პროცესის კონტროლის, პოლიმერული ხსნარის სიბლანტის რეგულირების, სისტემის სტაბილურობის პროგნოზირებისა და შენახვის ვადის ოპტიმიზაციისათვის [1-5].

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ცვალებადი კონცენტრაციის პოლიმერული ხსნარის Z-პოტენციალის დადგენა სინათლის გაბნევის დინამიური (სინათლის გაბნევის ელექტროფორეტული) მეთოდით ანალიზატორზე Zetasizer Nano Zen 3690, ზედაპირული მოვლენების ინტერპრეტაციის მიზნით და ორმაგი ელექტრული შრის თვისებების შესაფასებლად, პოტენციალთა სხვაობის -30 mV-დან +30 mV-ის ფარგლებში.

პოლიმერული ხსნარები მიღებულია პოლიმერის, გამხსნელის და არაორგანული დანამატით, რაც განაპირობებს პოლიმერის ხსნარის სტაბილურობას, სიმღვრივეს, სიბლანტეს და კონცენტრაციას.

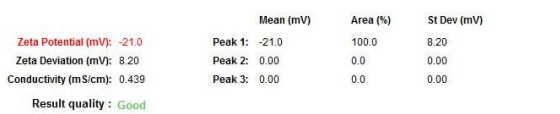
მემბრანაწარმოქმნელ პოლიმერულ მასალად გამოყენებულია მყარი ამორფული პოლიმერი - პოლისულფონი (PS), რომლის გამხსნელად შერჩეულია - დიმეთილაცეტამიდი (DMAc), ხოლო არაორგანულ დანამატად გამოყენებულია განსხვავებული კონცენტრაციის კალიუმის ქლორიდი (KCl).

პოლისულფონური ხსნარები შესწავლილია ნანონაწილაკების მზომ ანალიზატორზე Zetasizer Nano ZN3690, რომლის საშუალებით ფოტოდოდურ დეტექტორზე რეგისტრირდება ბროუნის მოძრაობაში მყოფი ნაწილაკების მიერ გაბნეული სხივის ფლუქტუაცია და ინტენსივობა, ხოლო ციფრული ავტოკორელატორით გენერირდება მათი ცვლილება. ექსპერიმენტის მსვლელობისას M3-PALS-ის მეთოდიკით დაპატენტებულმა „Zetasizer Software 6.2“ პროგრამამ ავტოკორელაციური ფუნქციიდან ერთი ანალიზის პირობებში განახორციელა ელექტროკინეტიკური მახასიათებლის - ζ-პოტენციალის საშუალო მნიშვნელობის გაზომვა და მისი პროცენტული განაწილება -200 mV-დან +200 mV-მდე ინტერვალში. კვლევისას გამოყენებულია U-ს ფორმის კაპილარული კიუვეტი მოოქროვილი ელექტროდებით, ხოლო ანალიზატორის სინათლის წყაროდ - ჰელიუმ-ნეონის ლაზერი (გაბნევის კურთხით 173°, ტალღის სიგრძით 633 ნმ და 4 mW სიმძლავრით). ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდით მიღებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობა (გაღწევადობა) დადგენილია

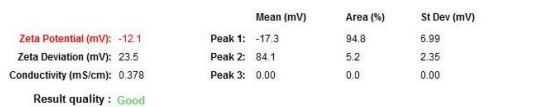
ლაბორატორიულ მემბრანულ დანადგარზე MTSI-JM-5. ექსპერიმენტული შედეგები მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. პოლიმერული ζ-პოტენციალი საშუალო მნიშვნელობა, მისი პროცენტული თანაფარდობა და მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობა

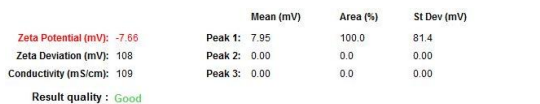
მემბრანა	კომპოზიციის ქიმიური შედგენილობა	პიკი 1, mV	%	პიკი 2, mV	%	პიკი 3, mV	%	Zeta Potential, mV	მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობა, J, ლ/მ ² სთ
M1	უდანამატო კომპოზიცია	-21.0	100	-	-	-	-	-21.0	2300
M2	კომპოზიცია+1%KCl	-17.3	94.8	81.1	5.2	-	-	-12.1	3100
M3	კომპოზიცია+3%KCl	7.95	100	-	-	-	-	-7.66	3735
M5	კომპოზიცია+5%KCl	-7.40	99.9	71.9	0.1	-	-	-7.31	945
M6	კომპოზიცია+10%KCl	10.1	100	-	-	-	-	-2.55	810
M7	კომპოზიცია+20%KCl	45.5	75.4	-141	24.6	-	-	-0.456	675
M8	კომპოზიცია+40%KCl	0.798	100	-	-	-	-	9.75	150



სურათი 1.ა. უდანამატო პოლისულფონური ხსნარის ζ-პოტენციალის განაწილების მრუდი



სურათი 1.ბ. პოლისულფონური ხსნარის ζ-პოტენციალის განაწილების მრუდი 1%-იანი KCl-ის დამატებით



სურათი 1.გ. პოლისულფონური ხსნარის ζ-პოტენციალის განაწილების მრუდი 3%-იანი KCl-ის დამატებით

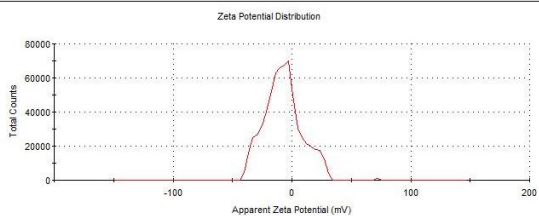
ექსპერიმენტით მიღებული პოლისულფონური ხსნარების ელექტროფორეტული განაწილების მრუდების შესწავლით გამოვლენილია მრუდებს შორის განსხვავება. სურათზე 1. და 2. გამოსახული პოლიმერული ხსნარების ζ-პოტენციალის განაწილების მრუდების შედარებამ აჩვენა, რომ უდანამატო პოლისულფონის ხსნარზე განსხვავებული კონცენტრაციის KCl-ის ერთი და იგივე რაოდენობის დამატების შემთხვევაში ადგილი აქვს მრუდების გადანაცვლებას.

სურათის 1.ა. მიხედვით უდანამატო პოლისულფონის ხსნარის ζ-პოტენციალის საშუალო მნიშვნელობა -21.1 mV-ია. მყარი ფაზის უარყოფით ზედაპირულ მუხტს განაპირობებს პოლიმერის სულფონური (SO₂⁻) ჯგუფი. მაღალი უარყოფითი მუხტი განაპირობებს ძლიერ ელექტროსტატიკურ განზიდვას და სისტემის აგრეგატულ მდგრადობას.

სურათზე 1.ბ და გ. წარმოდგენილი მრუდებიდან ჩანს, რომ KCl-ის დამატებამ შეამცირა ζ-პოტენციალის უარყოფითი მნიშვნელობა -21.1 mV-დან -12.1 mV-მდე. ζ-პოტენციალის უარყოფითი მნიშვნელობის ვარდნა გამოწვეულია სადისპერსიო არიდან მყარი ფაზის ზედაპირზე ელექტროლიტის (K⁺) იონთა სპეციფიკური ადსორბციით და განსხვავებული მუხტის ნაწიკალებს შორის ელექტროსტატიკური მიზიდვის ძალებით. უარყოფითი მუხტის მქონე ნაწილაკებს შორის ელექტროსტატიკური განზიდვის ძალების სიჭარბის გამო არ ხდება პოლიმერის ნაწილაკების გამხსვილება და სისტემა არის მაქსიმალურად მდგრადი.

	Mean (mV)	Area (%)	St Dev (mV)
Zeta Potential (mV): -7.31	Peak 1: -7.40	99.9	15.5
Zeta Deviation (mV): 15.7	Peak 2: 71.9	0.1	0.00
Conductivity (mS/cm): 3.63	Peak 3: 0.00	0.0	0.00

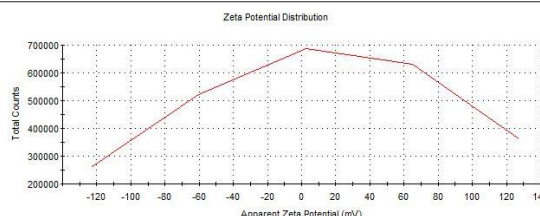
Result quality : See result quality report



სურათი 2.ა. პოლისულფონის ხსნარის ζ-პოტენციალის განაწილების მრუდი 5%-იანი KCl-ის დამატებით

	Mean (mV)	Area (%)	St Dev (mV)
Zeta Potential (mV): -2.55	Peak 1: 10.1	100.0	75.8
Zeta Deviation (mV): 119	Peak 2: 0.00	0.0	0.00
Conductivity (mS/cm): 155	Peak 3: 0.00	0.0	0.00

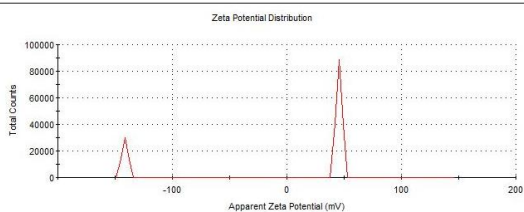
Result quality : Good



სურათი 2.ბ. პოლისულფონის ხსნარის ζ-პოტენციალის განაწილების მრუდი 10%-იანი KCl-ის დამატებით

	Mean (mV)	Area (%)	St Dev (mV)
Zeta Potential (mV): -0.456	Peak 1: 45.5	75.4	2.59
Zeta Deviation (mV): 80.5	Peak 2: -141	24.6	2.51
Conductivity (mS/cm): 0.00988	Peak 3: 0.00	0.0	0.00

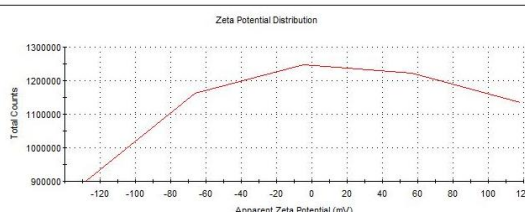
Result quality : See result quality report



სურათი 2.გ. პოლისულფონის ხსნარის ζ-პოტენციალის განაწილების მრუდი 20%-იანი KCl-ის დამატებით

	Mean (mV)	Area (%)	St Dev (mV)
Zeta Potential (mV): 9.75	Peak 1: 0.798	100.0	83.6
Zeta Deviation (mV): 161	Peak 2: 0.00	0.0	0.00
Conductivity (mS/cm): 253	Peak 3: 0.00	0.0	0.00

Result quality : Good



სურათი 2.დ. პოლისულფონის ხსნარის ζ-პოტენციალის განაწილების მრუდი 40%-იანი KCl-ის დამატებით

სურათზე 2. წარმოდგენილ ელექტროფორეტიული განაწილების მრუდებზე დაფიქსირებულია ζ -პოტენციალის უარყოფითი (-7.31 mV), ნულოვანი (-0.456 mV) და დადებითი (+9.75 mV) მნიშვნელობები. ელექტროკინეტიკური პოტენციალის სიდიდის მზარდი დინამიკა ნაწილაკების გამსხვილების ტენდენციაზე მიუთითებს.

KCl-ის მაღალი კონცენტრაციის პირობებში იკვეთება ხსნარის იზოელექტრული და არამდგრადი მდგომარეობა. 20%-იანი KCl-ის დამატების შემთხვევაში ხსნარი იზოელექტრულ მდგომარეობაშია ($\zeta=0$), რომლის ζ -პოტენციალის მნიშვნელობა ნულთან მიახლოებულია (-0.456 mV). იზოელექტრული მდგომარეობაში დიფუზური შრე ქრება, საწინააღმდეგო იონები მთლიანად გადადის ადსორბციულ შრეში, უარყოფითი მუხტი დადებით კომპენსირდება და წარმოიქმნება გამსხვილებული ნაწილაკები. 40%-იანი KCl-ის დამატებისას ხსნარის ζ -პოტენციალი +9.75 mV-ია, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ გამსხვილებული ნაწილაკები - გამოლექილია და სისტემა - არამდგრადია. ნალექიდან ელექტროლიტის მოშორების შემდეგ (დიალიზი, დეკანტაცია) მაღალმოლეკულური ნაერთი კვლავ იწყებს გახსნას.

პოლიმერული ხსნარის ჰომოგენურობა და აგრეგატული მდგრადობა დიდწილად განსაზღვრავს დასასხმელი ხსნარიდან დამზადებული მემბრანის ხვედრით წარმადობას. ცხრილის 1 მონაცემების მიხედვით ხვედრითი წარმადობის მაქსიმალური მაჩვენებელი (5735 ლ/მ²სთ) გააჩნია M3 მემბრანას, რომელიც მიღებულია 5%-იანი კალიუმის ქლორიდის დამატებით. KCl-ის მაღალმა (40%) კონცენტრაციამ მემბრანის ხვედრითი წარმადობა 150 ლ/მ²სთ-მდე შეამცირა. [6-7]

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ პოლიმერის ხსნარის აგრეგატული მდგრადობა შეიძლება მოდიფიცირებულ იქნას ელექტროლიტის განსაზღვრული რაოდენობით, რაც გავლენას ახდენს პოლიმერული კომპოზიციის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებზე, განაპირობებს ფაზური ინვერსიის პროცესის მსვლელობას და მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობის ასიმპტოტურ მნიშვნელობას.

ლიტერატურა

1. მ. რაზმაძე, ნ. აბულაძე. კოლოიდური ქიმია, II გადამუშავებული ნაწილი. სტუ. 2017. გვ.186-219;
2. Yehia Manawi, Viktor Kochkodan, Ebrahim Mahmoudi, Daniel J. Johnson, Abdul Wahab Mohammad, Muataz Ali Atieh. Characterization and Separation Performance of a Novel Polyethersulfone Membrane Blended with Acacia Gum. Scientific Reports. Vol.7, 2017. pp.523-547;
3. Matias Ernst, Alexander Bismarck, Gurgen Springer, Martin Jekel. Zeta-Potential and Rejection Rates of Polyethersulfone Nanofiltration Membrane in Single Salt Solution. Journal of Membrane Science, Vol.165(2), 2016. pp.251-259;
4. Sema Solgin, Ugur Salgur Salgin, Nagihan Soyer. Streaming Potential Measurements of Polyethersulfone Ultrafiltration Membranes to Determine Salt Effects on Membrane Zeta Potential. [International Journal of Electrochemical Science](#) 8(3), 2013. pp.4073-4084;

5. A. Marti, F. Marti, J. Malfeiro, L. Polacio, P. Prodanos. Zeta Potential of Membranes as a function of pH: Optimization of Isoelectric Point Evaluation. [Journal of Membrane Science](#). Vol. 213, 2003. pp.225-230;
6. [Obtaining of Natural Water Microfiltration Membranes Based on Polyethersulphone With PEG 300, PEG600 and LiCl Additives](#). Oxidation Communication, V.47(3), 2024. pp.543–550;
7. ბიბილეიშვილი გ.ვ., ებანოიძე ლ.ო., გოგესაშვილი ნ.ნ., კეჟერაშვილი მ.გ., გოგიბერიძე ი.ბ. კომპოზიციაში პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობის და ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა ხსნარის სიმღვრივეზე. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, ტ.98, №2, 2023, გვ.59-61.

The dependence of the electrokinetic potential of the polymer composition with the resulting solid tape impregnation

¹Liana Ebanoidze, ²Giorgi bibileishvili, ³Elene Kakabadze, ⁴Zaza Javashvili, ⁵Mzia Kezherashvili, ⁶Tinatini Butkhuzi

The paper presents the determination of ζ -potential of polymer solution of different concentration by dynamic light scattering (electrophoretic light scattering) method on Zetasizer Nano Zen 3690 analyzer to evaluate the properties of electric double layer in the range of potential difference from -30 mV to +30 mV. The effect of KCl concentration in polysulfone solutions on the aggregate stability of the solution was studied. It was found that the magnitude of aggregate stability of the electrokinetic potential largely determine the specific performance of the membrane made from the poured solution. It was found that the aggregate stability of the polymer solution can be changed by a certain amount of electrolyte, which affects the physical-chemical parameters of the polymer composition, determines the phase inversion process and the asymptotic value of the specific productivity of the obtained membrane.

Keywords: ζ -potential, Polymer, Membrane, ხვედრითი წარმადობა



სიბლანტის წარმადობაზე დამოკიდებულების ექსპერიმენტული კვლევა საფილტრაციო ხსნარებში

¹მანანა მამულაშვილი, ²გიორგი ბიბილეიშვილი, ³თინათინ ბუთხუზი, ⁴ზაზა ჯავაშვილი,
⁵ელენე კაკაბაძე, ⁶ლიანა ებანოიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი
¹ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, e-mail:
mananamamula59@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3982-5515>

²ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, - e-mail:
75bibileishvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7712-2436>

რეზიუმე: ნაშრომში მოცემულია სასმელი წყლის და შაქრის სიროფის კონსტინტენტის ხსნარის სიბლანტის მაჩვენებლების დამოკიდებულება წარმადობაზე. დადგინდა, რომ ტემპერატურის გაზრდა ამცირებს სიბლანტეს, წრფივ ფუნქციონალურ დამოკიდებულებას ამყარებს მემბრანული პროცესის ხვედრით წარმადობასთან და ხელს უწყობს ოპტიმალური ასიმპტოტური რეჟიმული პარამეტრების რეალიზაციას.

საკვანძო სიტყვები: სიბლანტე, ტემპერატურა, წარმადობა, მემბრანული პროცესები

შესავალი - ბუნებრივი წყლის მოლეკულების ატომთა შორის წყალბადის ბმებით განპირობებული კონსტრუქციული და მუდმივად ცვლადი კომფორმაციული მდგომარეობა დამოკიდებულია გარემოს წნევაზე, ტემპერატურაზე და მასში გახსნილი იონური კომპონენტების ნაირგვარობაზე, რაც თავის მხრივ მოქმედებს მის სიბლანტეზე. თხევად მდგომარეობაში წყლის ატომთა წყალბადის ბმების ურთიერთქმედების დიაპაზონი შეადგენს 10–40 კჟ/მოლს, ხოლო ვან დერ ვალსის ძალის 1 კჟ/მოლს. წყლის წყალბადის ბმებსა და სიბლანტეს შორის დამოკიდებულება განისაზღვრება ატომთა შორის ურთიერთქმედებისა და ბმის გაწყვეტის ფუნქციონალური კავშირით [1].

წყლის სიბლანტეზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა ფაქტორები, როგორცაა ტემპერატურა, წნევა და გახსნილი მყარი ნივთიერებები. სიბლანტის გავლენა წყლის ნაკადის მახასიათებლებზე ფართოდ იქნა შესწავლილი მკვლევარების მიერ წლების განმავლობაში.

ლიტერატურული მიმოხილვა - ალი და კაზიმ (2016) (Ali and Kazi) - შეისწავლა სიბლანტის გავლენა წყლის ნაკადის მახასიათებლებზე მიკროარხში. აღმოაჩინეს, რომ სიბლანტის მატებასთან ერთად ნაკადი სიჩქარე შემცირდა და წნევის ვარდნა გაიზარდა [2].

ალ-მადანი და ალშამარი (2018) (Al-Madani and Alshammari) გამოიკვლიეს სიმკვრივისა და სიბლანტის გავლენა წყლის ნაკადის მახასიათებლებზე წრიულ მილში. მათ დაასკვნეს, რომ სიმკვრივისა და სიბლანტის მატებასთან ერთად, რეინოლდსის რიცხვი მცირდება და ხახუნის ფაქტორი იზრდება [2, 4].

ჩირიაკმა და სტანესკუმ (2014) (Chiriac and Stanescu) შეისწავლეს სიბლანტის გავლენა წყლის ნაკადის მახასიათებლებზე მართკუთხა მიკროარხში. აღმოაჩინა, რომ სიბლანტის მატებასთან ერთად, წნევის ვარდნა გაიზარდა და ნაკადის სიჩქარე შემცირდა [2].

კანდლიკარმა და გრანდემ (2003) (Kandlikar and Grande) შეაფასეს სიბლანტის ეფექტი მიკროარხებში წყლის დინების მახასიათებლებზე მაღალი სითბოს ნაკადის გაგრილებისთვის. დააგინეს, რომ სიბლანტის მატებასთან ერთად, წნევის ვარდნა გაიზარდა და სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი შემცირდა. [2,4].

ალ-სარხიმ და ჰუსეინმა (2006) (Al-Sarkhi and Hussein) გამოიკვლიეს სიბლანტის გავლენა წყლის ნაკადის მახასიათებლებზე წრიულ მილში. აღმოჩნდა, რომ სიბლანტის მატებასთან ერთად, ხახუნის ფაქტორი გაიზარდა [3].

ალ-სარხი და ჰუსეინი (2007) (Al-Sarkhi and Hussein) გამოიკვლიეს სიმკვრივისა და სიბლანტის გავლენა წყლის ნაკადის მახასიათებლებზე კვადრატულ სადინარში. დაადგინეს, რომ სიმკვრივისა და სიბლანტის მატებასთან ერთად, ხახუნის ფაქტორი გაიზარდა [3].

შაილემ კუმარ დევანგან ა, ს.კ.შრივასტავა (Shailesh Kumar Dewangan a, S.K.Shrivastava) და სხვა წყლის სიბლანტის მატებასთან ერთად, ასევე იზრდება წნევა, რომელიც საჭიროა მილსადენში ან არხში გასასვლელად. მილში ან არხში გამავალი წყლის სიჩქარე მცირდება სიბლანტის მატებასთან ერთად. წყლის ნაკადის სიჩქარეზე ასევე გავლენას ახდენს სითბოს სიბლანტე. წყლის უფრო მაღალი სიბლანტე იწვევს დაბალი ნაკადის სიჩქარეს.

რეინოლდსის რიცხვზე, რომელიც არის ნაკადის რეჟიმის საზომი, ასევე მოქმედებს სიბლანტე, უფრო მაღალი სიბლანტის წყალს აქვს რეინოლდსის დაბალი რიცხვი. ასეთ შემთხვევაში გვაქვს უფრო ლამინარული ნაკადი, რამაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს შერევაზე და სითბოს გადაცემაზე [5].

სიმკვრივისა და სიბლანტის კომბინირებული ეფექტი წყლის ნაკადის მახასიათებლებზე რთულია და დამოკიდებულია კონკრეტულ პირობებზე. თუმცა, კვლევებმა აჩვენა, რომ უფრო მაღალი სიმკვრივისა და სიბლანტის წყალი საჭიროებს მეტ ენერგიას ტუმბოსთვის და იწვევს დაბალი ნაკადის სიჩქარეს და მაღალი წნევის ვარდნას. ეს მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წყლის გამწმენდი და განაწილების სისტემების დიზაინზე [5].

საერთო ჯამში, ეს კვლევები აჩვენებს, რომ სიბლანტე არის მნიშვნელოვანი ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ წყლის ნაკადის მახასიათებლებზე.

ანალიზი - შესწავლილი იქნა წყლის სიბლანტის დამოკიდებულება მემბრანული პროცესების წარმადობაზე. სიბლანტის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იქნა DH-Dj-8S როტაციური ვისკოზიმეტრი. ონკანის წყლის სიბლანტე გაიზომა მაღალი სიზუსტით სხვადასხვა ტემპერატურულ დიაპაზონში. წყლის სიბლანტე 20 გრადუს ცელსიუს ტემპერატურაზე უტოლდება 1სანტი პუაზს .

ონკანის წყლისა და შაქრის სეროფის 5,10,15,20,30°C -მდე გაცხელებით მიღებული ხსნარების სიბლანტემ შეადგინა 0,7972 -დან 12,5510 -მდე სანტი პუაზი, რომელთა ხვედრითი წარმადობები დადგენილია ექსპერიმენტულად და მოცემულია ცხრილში1.
 ცხრილი 1. ონკანის წყლის და შაქრის სიროფის სიბლანტის და წარმადობის მნიშვნელობები

ტემპერატურა (გრადუსი ცელსიუსით)	ონკანის წყლის მნიშვნელობა		შაქრის სიროფის მნიშვნელობა	
	სპ	ლ/მ ³ სთ	სპ	ლ/მ ³ სთ
5	1.5182	55	45,4655	15
10	1.3059	80	40,4401	20
15	1.1375	110	34,8675	25
20	1.0016	120	27,3053	28
25	0,8900	125	21,9370	32
30	0.7972	130	12,5510	36

შედეგი და განსჯა - ექსპერიმენტული სამუშაოების საფუძველზე დადგინდა, რომ წყლისა და შაქრის სიროფის ტემპერატურის მატება ერთის მხრივ ამცირებს ხსნარის სიბლანტეს, რაც წრფივ ფუნქციონალურ დამიკიდებულებას ამყარებს მემბრანული პროცესის ხვედრით წარმადობასთან, ხოლო მეორეს მხრივ ხელს უწყობს ოპტიმალური ასიმპტოტური რეჟიმული პარამეტრების რეალიზაციის საკითხებს.

ლიტერატურა

1. Ke Ni a, Hongwei Fang a, Zhiwu Yu b, Zhaosheng Fan b The velocity dependence of viscosity of flowing water Journal of Molecular Liquids 1. Volume 278, 15 March 2019, Pages 234-238
2. Shailesh Kumar Dewangan a, S.K.Shrivastava b, Raj Haldar c, Atul Yadav c, Vikash Giri Effect of Density and Viscosity on Flow Characteristics of Water: A Review. c. International Journal of Research Publication and Reviews, Vol 4, no 6, pp 1982-1985 June 2023 www.ijrpr.com ISSN 2582-7421
3. Anwar, M. A., & Hussain, S. (2016). Experimental investigation of the effect of viscosity on the performance of a centrifugal pump. Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, 39(3), 412-419.
4. Sajjadi, H., & Farhadi, M. (2016). Experimental investigation of the effect of viscosity and density on the flow characteristics of a liquid. Journal of Fluids Engineering, 138(6), 061202. <https://doi.org/10.1115/1.4032713>

5. Shailesh Kumar Dewangan a, S.K.Shrivastava b, Raj Haldar c, Atul Yadav c, Vikash Giri c. Effect of Density and Viscosity on Flow Characteristics of Water: A Review. International Journal of Research Publication and Reviews Journal homepage: www.ijrpr.com ISSN 2582-7421

Experimental study of the dependence of viscosity on productivity in filtration solutions

¹Manana Mamulashvili, ²George Bibileishvili, ³Tinatin Butkhuzi, ⁴Zaza Javashvili, ⁵Elene Kakabadze, ⁶Liana Ebanoidze

Engineering Institute of Membrane technologies of Georgian Technical University

Abstract

The paper presents the dependence of the viscosity of drinking water and sugar syrup consistency solutions on specific productivity. It was found that increasing the temperature reduces the viscosity, establishes a linear functional dependence on the specific productivity of the membrane process, and contributes to the realization of optimal asymptotic regime parameters.

Keywords: viscosity, temperature, productivity, membrane process



სხვადასხვა ტიპის ღვინომასალის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავების ადგილობრივი და საერთაშორისო პატენტების ანალიზი

¹ელენე კაკაბაძე, ²გიორგი ბიბილეიშვილი, ³ლეილა თანანაშვილი, ⁴ზაზა ჯავაშვილი, ⁵მანანა მამულაშვილი, ⁶ლიანა ებანოიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

¹დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი - e-mail: Kaelene@yandex.ru

²ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი - e-mail: 75bibileishvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7712-2436>

³მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის სწავლული მდივანი - e-mail dodo_chanturia@mail.ru

რეზიუმე: ადგილობრივი და საერთაშორისო პატენტების ზოგიერთი საკითხის ანალიზი, რომლებიც დაკავშირებულია სხვადასხვა ტიპის ღვინომასალის მიკროფილტრაციული პროცესით მიღება - გასუფთავების მეთოდებთან, მემბრანებისა და მემბრანული აპარატების შექმნასთან, განსაზღვრავს ინსტიტუტის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოებისთვის ადგილობრივი და საერთაშორისო მკვლევართა მიერ შექმნილი ტექნოლოგიების, ტექნიკის, საბაზისო ტექნიკური დონისა და პროტოტიპების გათვალისწინებას.

საკვანძო სიტყვები: მიკროფილტრაცია, თეთრი და წითელი ღვინოები, პეტენტი, ანალიზი

მეღვინეობა ოდითგანვე ფართოდ იყო განვითარებული საქართველოში. ღვინის წარმოებისა და ვაჭრობის სხვადასხვა ასპექტის მზარდმა ინტერნაციონალიზაციამ განაპირობა მეღვინეები ყურადღებით მოჰკიდებოდნენ უახლესი ტექნოლოგიების გამოყენებას, რომლებიც ხელს შეუწყობდა თანამედროვე წარმოების სამუშაოების შექმნას.

ნაშრომში მოცემულია ზოგიერთი საერთაშორისო და ადგილობრივი პატენტები, რომლებიც დაკავშირებულია განსხვავებული ღვინომასალის მიღება - გასუფთავების მეთოდებთან, წარმოებასთან, მემბრანებისა და მემბრანული აპარატების შექმნასთან.

სიბლანტე არის თვისება, რომელიც დიდ გავლენას ახდენს ღვინის კონსტრუქციაზე, ასევე პირის ღრუში სისქის შეგრძნებაზე. წარმოდგენილი ნაშრომი ეხება ღვინის, ალკოჰოლის, შემცირებული შაქრიანობის, გლიცეროლის და მთლიანი მჟავიანობის ძირითადი კომპონენტების რაოდენობრივ კორელაციას მის სიბლანტეში. მომზადდა ამ კომპონენტებისგან შემდგენელი სხვადასხვა მოდელის წყალხსნარი და სიბლანტე გაიზომა 20°C-ზე. თითოეული კომპონენტი შესწავლილი იყო ცალკე ან ხსნარებში. ასევე, გაიზომა თეთრი მშრალი ღვინოების სინჯების სიბლანტე. ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგებიდან

გამომდინარე მიღებული იქნა წრფივი მრავალდამოკიდებულების განტოლებები, რომლებიც აკავშირებენ სიბლანტეს ხსნარების კომპონენტების კონცენტრაციასთან. აღმოჩნდა, რომ გლუკოზა ყველაზე მეტად ახდენს გავლენას წყალხსნარების სიბლანტეზე, ხოლო ეთანოლს აქვს ყველაზე ნაკლები ეფექტი. ამ ფაქტორების ცოდნას შეიძლება ჰქონდეს პრაქტიკული მნიშვნელობა ღვინის კონსტრუქციის ოპტიმიზაციისთვის[1].

გამოგონებაში - დრუ ბოჭკოვანი მიკროფილტრაციული მემბრანები და მიღების მეთოდი [2] - წარმოდგენილია დრუ ბოჭკოების მქონე მემბრანა. ამ მემბრანის შესაქმნელად გამოყენებული ხსნარი შეიცავს ბოჭკოს მიმღებ პოლიმერს, რომელსაც აქვს პოლიმერიზაციის ხარისხი დაახლოებით 1000-ზე მეტი, ასევე, წყალში ხსნად პოლიმერს, ანჰიდრიდს 2-დან 12-მდე ნახშირბადის ატომით და გამხსნელს. ამ კომპონენტების შერევით და გაცხელებით მიღებული ბლანტი საცხით, შემდეგ მისი ექსტრუზიით რგოლისებრი მილის მეშვეობით იქმნება დრუ ბოჭკოვანი მემბრანა, რომელიც თანმიმდევრობით თავსდება საკუაგულაციო და ორ გამომტუტავ აბაზანაში. დრუბოჭკოვანი მემბრანა განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება ისეთი სითხეების გაფილტვრისთვის, როგორცაა ღვინო და ხილის წვენი, რათა გაიწმინდოს სითხეები ბაქტერიების, გელისა და მყარი სხეულებისაგან.

პექტოლიზური ფერმენტის გამოყენების ეფექტის შესასწავლად პოლისაქარიდების ზომასა და კოლოიდურ ურთიერთქმედებებზე, ვარდისფერ ღვინოებს ამზადებდნენ შირაზის ყურძნის დაწნეხილი წვენისგან, ხოლო წითელი ღვინოები მზადებოდა იმავე წვენისგან ახლად დაწნეხილი ქერქისა და თესლის დამატებით. გამოყენებული იყო პექტოლიზური ფერმენტის პრეპარატი, რომელიც შეიცავდა ძირითადად პოლიგალაქტურონაზას, არაბინაზისა და პექტინ ლიაზის გვერდით აქტივობებს. ფერმენტულმა მკურნალობამ გაზარდა მაღალი მოლეკულური წონის (≈ 200 kDa) მანოზით და გლუკოზით მდიდარი პოლისაქარიდების (მანოპროტეინები) წვლილი და ამოიღო შუალედური ზომის (≈ 40 kDa) არაბინოზით მდიდარი პოლისაქარიდები. ფერმენტების გამოყენებამ შეამცირა მცირე პოლისაქარიდების კლასის საშუალო მოლეკულური წონა დაახლოებით 6 kDa-ით (რამნოგალაქტურონანი II). ყველა ღვინოს ჰქონდა ერთი და იგივე ნაწილაკების ზომა, მაგრამ ფერმენტულმა დამუშავებამ საგრძნობლად შეამცირა ნაწილაკების კონცენტრაცია, განსაკუთრებით ვარდისფერ ღვინოებში. ღვინის პოლისაქარიდები იყო გაწმენდილი და როდესაც აღდგენილი იქნა მოდელის ღვინოში აჩვენა ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირება ფერმენტებით დამუშავების საპასუხოდ. სათესლე ტანინის თანდასწრებით პოლისაქარიდების აგრეგაცია მკვეთრად შემცირდა ფერმენტული დამუშავებით. კვლევების შედეგებმა აჩვენა, რომ ფერმენტის მიერ შეტანილი სტრუქტურის ცვლილებები გავლენას ახდენს ღვინის კოლოიდურ თვისებებზე, პოტენციურად ზრდის პოლისაქარიდების ხსნადობას[3].

დაბალი სიმღვრივე და მცირე გაუფერულება წითელი ყურძნის წვენის (RGJ) წარმოების მიზანია. გამწმენდი აგენტების ტიპის მიხედვით შეიძლება მოხდეს ფერის მნიშვნელოვანი ცვლილება. აქედან გამომდინარე, ეს კვლევა ჩატარდა სხვადასხვა გამწმენდი საშუალებების ეფექტების ჩვენების მიზნით. (ბენტონიტი და ქიტოზანი, კომბინაციების - ბენტონიტი + ჟელატინი (B + G), ბენტონიტი + კაზეინი (B + CA), ბენტონიტი + ალბუმინი (B + A)" და "ბენტონიტი + ქიტოზანი (B + CTS)" სიმღვრივეზე, ფერის (ანტოციანინები-ACN, ფერის

სიმკვრივე-CD და პოლიმერის ფერი-PC), ფენოლური ნაერთები და ანტიოქსიდანტური აქტივობა (AOA) წითელი ყურძნის წვენის(RGJ) გაწმენდისას. მარტო კაზეინი (4.0 NTU და ACN დანაკარგი 9.1%) და ბენტონიტთან კომბინაციაში (4.4 NTU და ACN დანაკარგი 12.3%), შემდეგ B+A (5.7 NTU და ACN დანაკარგი 12.3%) მიღებული იქნა საუკეთესო შეფერილობის ყურძნის წვენი და დაფიქსირდა ACN-ის ყველაზე მცირე ცვლილებები. ასევე, გამოიწვია - მაღალი CD (მკვეთრი წითელი ფერი) და დაბალი PC (ღია ყავისფერი). ყველა დოზით, ჟელატინი და ალბუმინი დაკავშირებული იყო ACN-ის უდიდეს დანაკარგთან, ხოლო კაზეინს ჰქონდა ყველაზე მაღალი შეკავება. კვლევებიდან გამომდინარე, ბენტონიტი + კაზეინი, ბენტონიტი + ალბუმინის კომბინაციებმა მოახდინა წიელი ყურძნის წვენის(RGJ) საუკეთესო გაღიაება [4].

Effect of physical parameters on the microfiltration of wine on a flat polymeric membrane [5] - ნაშრომში განიხილულია გაუფილტრავი წითელი და თეთრი ღვინოების მიკროფილტრაცია ორგანული პოლივინილიდენდიფტორიდის მემბრანების მეშვეობით ფირფიტოვან და ჩარჩოსებრ სისტემებში. ფორების სხვადასხვა ზომა 0.1-დან 3 მკმ-მდე პირველად იქნა ტესტირებული მცირე ლაბორატორიულ დანადგარში და აღმოჩნდა, რომ 0.4 μm ფორები უზრუნველყოფს საუკეთესო თანაფარდობას სიმღვრივესა და ნაკადის მოთხოვნებს შორის. ტესტები ჩატარდა მემბრანულ ფართობებს შორის 1-დან 2მ² - მდე მოდულური ფირფიტოვან და ჩარჩოსებრ სისტემაში, რომელშიც შეიძლება შეიცვალოს როგორც შუასადის სისქეები, ასევე ნაკვეთურების პარალელური ან თანმიმდევრული განლაგება. წითელი ღვინის შემთხვევაში, პერმიატის ნაკადი პრაქტიკულად დამოუკიდებელია სითხის სიჩქარისგან, მაგრამ იზრდება წრფივად ტრანსმემბრანული წნევის მატებასთან ერთად და აღწევს 50 l სთ-1 მ² 3 ბარს. ერთი და იგივე სიჩქარის დროს, პერმიატის ნაკადი ტურბულენტურ რეჟიმში მეტია ვიდრე ლამინარულ რეჟიმში. თეთრი ღვინის შემთხვევაში, პერმიატის ნაკადი უფრო მაღალია და იზრდება თითქმის წრფივი სიჩქარით 170 l სთ-1 მ² 2 ბარზე და 3,6 მ/წმ-ზე. პერმიატის სიმღვრივე ჩვეულებრივ იყო 0,5 NTU-ზე დაბალი, როგორც თეთრი, ასევე წითელი ღვინოებისთვის, იმ დროისთვის როცა საწყისი სიმღვრივე იყო 150 NTU-ზე მეტი წითელისთვის და 50 NTU-ზე მეტი თეთრისთვის. რამდენიმე მემბრანული ნაკვეთურების თანმიმდევრული განლაგების დროს ქვედა ნაკვეთურის პროდუქტიულობა მცირდება 10-15%-ით ზედასგან შედარებით ტრანსმემბრანული წნევის ვარდნის გამო.

მაგარი სასმელების დამკველების პროცესის დამაჩქარებლების წარმოების ხერხი [6] - გამოიყენება კვების მრეწველობაში, კერძოდ მეღვინეობაში. ამ მეთოდის ტექნიკური შედეგია: 1. დამაჩქარებლის ხარისხის ამაღლება და მაგარი სასმელების დამკველების დროის შემცირება. 2. დაკრეფილი ყურძნის წიპწის ფერმენტაცია 20-30 C ტემპერატურაზე 50-60 საათის განმავლობაში PH 4-5 -ის პირობებში, რის შემდეგაც წარმოებს მისი თერმული დამუშავება (მოხალვა) 120-140 C ტემპერატურაზე 10-15 წუთის განმავლობაში და გაცივება.

ამრიგად, ნაშრომში მოცემულია ზოგიერთი საერთაშორისო და ადგილობრივი პატენტების ანალიზი, რომლებიც დაკავშირებულია სხვადასხვა ტიპის ღვინომასალის მიღება - გასუფთავების მეთოდებთან, მემბრანებისა და მემბრანული აპარატების შექმნასთან.

ლიტერატურა:

1. Effect of ethanol, glycerol, glucose and tartaric acid on the viscosity of model aqueous solutions and wine samples; Adnan Shehadeh a, Despoina Kechagia a, Alexandra Evangelou a, Panagiotis Tataridis a, Fadi Shehadeh b; Food Chemistry, Volume 300, 1 December 2019, 125191
2. Hollow fiber microfiltration membranes and a method of making these membranes; Jiang Ji, Candeloro Dicecca, Edward M. Schulz, Mahesh Mehta, David Stead, David McKinley, David H Koch; US 6,890,435 B2; May 10, 2005
3. Pectolytic enzyme reduces the concentration of colloidal particles in wine due to changes in polysaccharide structure and aggregation properties; Stella Kassara a, Sijing Li b c d, Paul Smith a e, Federica Blando f, Keren Bindon a; International Journal of Biological Macromolecules, Volume 140, 1 November 2019, Pages 546-555
4. Effects of various clarification treatments on anthocyanins, color, phenolics and antioxidant activity of red grape juice; Sevgin Dıblan a, Mehmet Özkan b; Food Chemistry Volume 352, 1 August 2021, 129321
5. Effect of physical parameters on the microfiltration of wine on a flat polymeric membrane; M.Y. Jaffrin, B.B. Gupta, A. Chaibi; Chemical Engineering and Processing: Process Intensification; Volume 32, Issue 6, December 1993, Pages 379-387
6. მაგარი სასმელების დამკვლავების პროცესის დამაჩქარებლების წარმოების ხერხი; მერაბ ჯაფარიძე, ზურაბ სტურუა, დალი ხინგავა, ნიკოლოზ მეხუზლა, ფაბიოლა მეძმარიაშვილი, მარლენ ფერაძე. გამოგონების პატენტი:11) GE P 2000 2128 B : (51) C 12 H 1/22 (IPC, 2006)

Analysis of local and international patents for microfiltration process of different types of wine material

¹Elene Kakabadze, ²George BibileiSvili, ³Leila Tananashvili, ⁴Zaza Javashvili, ⁵Manana MamulaShvili, ⁶Liana Ebanoidze

Engineering Institute of Membrane technologies of Georgian Technical University

The analysis of some issues of local and international patents related to obtaining - cleaning methods of various types of wine material by microfiltration process, creating membranes and membrane devices determines the consideration of technologies, techniques, basic technical level and prototypes created by local and international researchers for the scientific research work of the Institute.

Keywords: invention, membrane, microfiltration, wine material, red grape juice.



ტურბულენტური ნაკადის განხორციელების გზით ტანგენციალური ბარომემბრანული პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა

¹ლიანა ყუფარაძე, ²გიორგი ბიბილეიშვილი, ³მზია კეყერაშვილი, ⁴ზაზა ჯავაშვილი, ⁵ლიკა ებანოიძე, ⁵თინათინ ბუთხუზი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

¹დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, - e-mail: Lianakuparadze@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-6786-5669>; ²ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, - e-mail: 75bibileishvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7712-2436>

რეზიუმე: ნაშრომში წარმოდგენილია ულტრაფილტრაციული პროცესისათვის ტურბულენტური ნაკადის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა ცვალებადი გეომეტრიის სადაწნეო საკნისათვის. ორი ექსპერიმენტალური სადაწნეო საკნისათვის თეორიულად დადგინდა ტურბულენტური ნაკადის დინების სიჩქარეების დიაპაზონი სადაწნეო საკნის ცვალებადი სიმაღლეებისთვის. სადაწნეო საკნის სხვადასხვა გეომეტრიის პირობებში ექსპერიმენტები ჩატარდა გამოხდელ წყალზე. მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ულტრაფილტრაციული პროცესისათვის ტურბულენტური რეჟიმის დროს. რაც უფრო ნაკლებია სადაწნეო საკნის სიმაღლე, მით უფრო მეტია ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობა.

საკვანძო სიტყვები: წნევის კამერა, სპეციფიკური პროდუქტიულობა, ტურბულენტური რეჟიმი

შესავალი ადამიანის ჯამრთელობის უსაფრთხოებისათვის ბუნებრივი წყლებისაგან ISO-სტანდარტის სასმელი წყლის მისაღებად გამოიყენება მემბრანული ტექნოლოგიები და მემბრანული ტექნიკა. მაღალი წარმადობის ნაოსისტემების შექმნა და ექსპლოატაციის გახანგრძლივება ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანაა მემბრანულ ტექნოლოგიაში. მემბრანულ მოწყობილობებში მნიშვნელოვანია ჰიდროდინამიკური პროცესების როგორც თეორიული, ასევე ექსპერიმენტული კვლევები.

ანალიზი ულტრაფილტრაციული პროცესისათვის სითხის ტურბულენტური ნაკადის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა გულისხმობს განსხვავებული გეომეტრიის სადაწნეო საკნის პირველადი მაჩვენებლების თეორიულ გამოვლენას და ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე ოპტიმალური ჰიდროდინამიკური პარამეტრების შერჩევას [1-5].

ამ მიზნით თეორიული კვლევები ჩატარდა ორ სადაწნეო საკანზე: პირველი ექსპერიმენტული საკნის სიგანე $B=9\text{მმ}=9 \times 10^{-3}\text{მ}$ -ს, სიგრძე $l = 30\text{მმ} = 30 \times 10^{-3}\text{მ}$ – ს. მეორე ექსპერიმენტული საკნის სიგანე $B = 12\text{მმ} = 12 \times 10^{-3}\text{მ}$ – ს, სიგრძე $l = 32\text{მმ} = 32 \times 10^{-3}\text{მ}$ – ს. ორივე სადაწნეო საკნისათვის განხილულია სიმაღლის სამი მნიშვნელობა: $0,2\text{მმ} = 0,2 \times 10^{-3}\text{მ}$; $0,4\text{მმ}=0,4 \times 10^{-3}\text{მ}$; $0,6\text{მმ}=0,6 \times 10^{-3}\text{მ}$. წყლის კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტი 20°C -ზე შეადგენს $\nu = 1,004\text{მმ}^2/\text{წმ} = 1,004 \times 10^{-6}\text{მ}^2/\text{წმ}$

ცხრილში1 მოყვანილია პირველი სადაწნეო საკნის ცვალებადი გეომეტრიის შემთხვევაში თეორიული გაანგარიშების შედეგად მიღებული Re რიცხვისა და ტურბულენტური ნაკადის სიჩქარის კრიტიკული მნიშვნელობები და შესასვლელ კვეთში წყლის ხარჯი Q.

ცხრილი1 თეორიული გაანგარიშების შედეგები პირველი სადაწნეო საკნისათვის

სადაწნეო საკნის სიმაღლე h, მმ	რეინოლდსის რიცხვის კრიტიკული მნიშვნელობები $Re_{კრ}$	ტურბულენტური ნაკადის სიჩქარის კრიტიკული მნიშვნელობა $v_{კრ}$, მ/წმ	შესასვლელ კვეთში წყლის ხარჯი Q, ($\text{მ}^3/\text{წმ}$)
0,6	2325	2,074	$11,19 \times 10^{-6}$
0,4	2325	3,07	$10,96 \times 10^{-6}$
0,2	2325	5,965	$10,73 \times 10^{-6}$

ცხრილში 2 მოყვანილია მეორე სადაწნეო საკნის ცვალებადი გეომეტრიის შემთხვევაში თეორიული გაანგარიშების შედეგად მიღებული Re რიცხვისა და ტურბულენტური ნაკადის სიჩქარის კრიტიკული მნიშვნელობები და შესასვლელ კვეთში წყლის ხარჯი Q.

ცხრილი2. თეორიული გაანგარიშების შედეგები მეორე სადაწნეო საკნისათვის

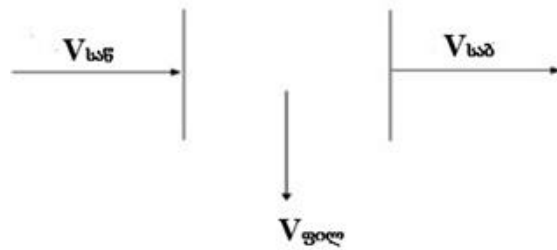
სადაწნეო საკნის სიმაღლე h, მმ	რეინოლდსის რიცხვის კრიტიკული მნიშვნელობები $Re_{კრ}$	ტურბულენტური ნაკადის სიჩქარის კრიტიკული მნიშვნელობა $v_{კრ}$, მ/წმ	შესასვლელ კვეთში წყლის ხარჯი Q, ($\text{მ}^3/\text{წმ}$)
0,6	2325	2,023	$14,7 \times 10^{-6}$
0,4	2325	3,015	$14,47 \times 10^{-6}$
0,2	2325	5,935	$14,24 \times 10^{-6}$

სადაწნეო საკნის სხვადასხვა სიმაღლის შემთხვევაში ნაკადის დინების ტურბულენტური რეჟიმი მყარდება სადაწნეო საკნის ცვალებადი სიმაღლისა და სიჩქარის დროს : პირველი ექსპერიმენტალური საკნისათვის ცხრილი 1-ის მიხედვით 1) $h = 0,2\text{მმ} = 0,2 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v \geq 5,965\text{მ/წმ}$, 2) $h = 0,4\text{მმ} = 0,4 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v \geq 3,07\text{მ/წმ}$, 3) $h = 0,6\text{მმ} = 0,6 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v \geq 2,074\text{მ/წმ}$, მეორე

ექსპერიმენტალური საკნისათვის ცხრილი 2-ის მიხედვით 1) $h = 0,2\text{მ} = 0,2 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v \geq 5,935$ მ/წმ, 2) $h = 0,4\text{მ} = 0,4 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v \geq 3,015$ მ/წმ, 3) $h = 0,6\text{მ} = 0,6 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v \geq 2,023$ მ/წმ,

სადაწნეო საკნის სხვადასხვა სიმაღლის შემთხვევაში თეორიული კვლევების საფუძველზე გამოიკვეთა სადაწნეო საკნის შესასვლელი კვეთებისათვის რეინოლდსის რიცხვის კრიტიკული მნიშვნელობები და ტურბულენტური ნაკადისათვის განსხვავებული სიდიდის სიჩქარეები. დადგინდა, რომ სადაწნეო საკნის შესასვლელი კვეთის ფართის კლებამ განაპირობა რეინოლდსის რიცხვის მნიშვნელობის გაზრდა, რაც ენერგოეფექტურობის მაჩვენებლის ოპტიმიზაციის წინა პირობაა.

ნანოფილტრაციული პროცესისათვის ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში ექსპერიმენტები ჩატარდა დანადგარზე ,რომლის მემბრანული გაყოფის პრინციპული საანგარიშო სქემა წარმოდგენილია სურ.1-ზე.



სურ.1. მემბრანული დაყოფის პრინციპული საანგარიშო სქემა.

ექსპერიმენტების ჩასატარებლად გამოყენებული იყო გამოხდილ წყალი (გოსტი-67-09-72), რომლის ტემპერატურა იყო $T = 20^{\circ}\text{C}$, მემბრანაზე ფორის ზომით 2მკმ სითხის წნევა იყო $P = 0,5$ ბარი , ხოლო სიჩქარე $v = 1$ მ/წმ, ანათვლების დროის ინტერვალი იყო $\Delta t = 1$ წთ. სადაწნეო საკნის ცვალებადი სიმაღლეებისთვის: 0,2 მმ; 0,4 მმ; 0,6 მმ, მემბრანის მუშა ფართობი $\omega_{მემ} = 270$ მმ² = $270 \times 10^{-4}\text{მ}^2$.

ექსპერიმენტების გამართული მუშაობის უზრუნველყოფის შემდეგ ისაზღვრებოდა ფილტრატი $V_{\text{ფილ}}$ და პერმიატი $V_{\text{პერ}}$ მოცულობები. ექსპერიმენტის შედეგების ხვედრითი წარმადობის საანგარიშოდ გამოყენებულია შემდეგი ფორმულა:

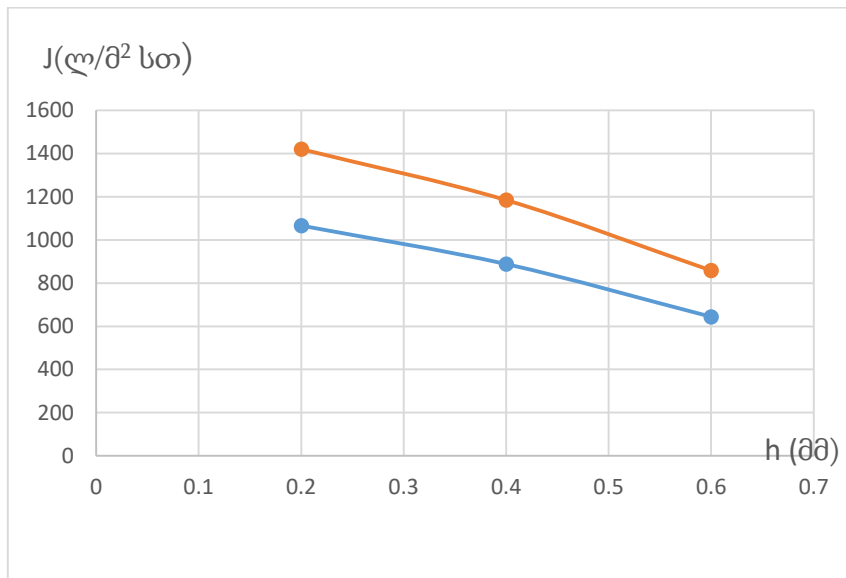
$$J = \frac{V_{\text{ფილ}}}{\Delta t \omega_{\text{მემ}}}$$

სადაც $V_{\text{ფილ}}$ -გაფილტრული სითხის მოცულობაა Δt დროის განმავლობაში.

ცხრილში 3 მოცემულია პირველ სადაწნეო საკანზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები როგორც ლამინარული, ისევე ტურბულენტური რეჟიმების დროს [6].

ცხრილი 3. ექსპერიმენტების შედეგები პირველ სადაწნო საკანზე.

სადაწნო საკნის სიმაღლე h, მმ	წნევა P, ბარი	გასაფილტრი სითხის ტემპერატურა T, °C	ლამინარული	ტურბულენტური
			ხვედითი წარმადობა J, ლ/მ ² სთ	ხვედითი წარმადობა J, ლ/მ ² სთ
0,6	0,5	20 ⁰	644	858
0,4			888	1184
0,2			1066	1420



სურ.2. ექსპერიმენტების შედეგების გრაფიკული ასახვა ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების დროს სადაწნო საკნის სხვადასხვა სიმაღლეების შემთხვევაში.

დასკვნა ხვედრითი წარმადობების მნიშვნელობები ტურბულენტური რეჟიმის დროს გაცილებით მეტია, ვიდრე ლამინარული რეჟიმის დროს. რაც უფრო ნაკლებია სადაწნო საკნის სიმაღლე მით უფრო მეტია წარმადობის მნიშვნელობა.

ლიტერატურა

1. Altena, et al ., 1983; Belfort, et al ., 1979; Belfort и Marx, 1976
- 2.Christian R.Bouchard, Pierre J.Carreau, Takeshi Matsuura, S.Sourirajan. Modeling of ultrafiltration: Predictions of concentration polarization effects. Journal of Membrane Science, volume 97, 1994, pp 215-229.
3. Alexey Pervov, The influence of hydrodynamic factors, membrane surface properties and channel geometries on membrane performance and fouling mechanisms; MATEC Web of

Conferences 86, 0 (2016) DOI: 10.1051/mateconf/20168603006 IPIECE-2016

4. Dytnerky Yu.I., Orlov N.S. On the calculation of membrane working surface using mass transfer concept. // J. Membr. Sci.-1991.-v.58.-p.139-146.

5. Ключников А.И. «Научные основы интенсификации процессов микро и ультра -фильтрации технологических жидкостей пищевых производств» докторская диссертация, Воронеж, 2016.

6. გ. ბიბილეიშვილი, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, თ. ბუთხუზი „ბუნებრივ წყალზე მიკროფილტრაციით მიღებული ზოგიერი ექსპერიმენტული მონაცემთა ანალიზი“ საქართველოს ქიმიური ჟურნალი ტ.19 №1 2019.

რეფერატი

Theoretical and experimental study of the tangential baromembrane process through the implementation of turbulent flow.

¹Liana Kuparadze, ²George Bibileishvili, ³Mzia Kezherashvili, ⁴Zaza Javashvili, ⁵Lika EbanoidZe, ⁶Tinatin Butkhuzi

Engineering Institute of Membrane technologies of Georgian Technical University

The paper presents a theoretical and experimental study of the turbulent flow for the ultrafiltration process for a pressure chamber of variable geometry. For two experimental pressure chamber, the range of turbulent flow velocities for varying heights of the pressure chamber was determined theoretically. Experiments were conducted on distilled water under different geometries of the pressure chamber. The obtained results showed us that for the ultrafiltration process, during the turbulent regime, when the height of the pressure chamber is lower, the specific productivity is higher.

Keywords: Pressure chamber, specific productivity, turbulent regime



ბიოპრეპარატების გამოყენება ციტრუსების პლანტაციაში

ნუნუ კუტალაძე, ზურაბ მიქელაძე, სოფიო პაპუნძიძე, თამარ გოგოლიშვილი, თემურ გორგილაძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

ჩვენს მიზანს წარმოადგენს ციტრუსოვანთა აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსში ისეთი ტექნოლოგიების ჩართვა, რომელიც მნიშვნელოვნად გაზრდის ნიადაგის ნაყოფიერებას, დადებით გავლენას მოახდენს მცენარის ზრდა განვითარებაზე, მანდარინის ნაყოფების ბუნებრივი შენახვის-უნარიანობაზე, მოსავლიანობას და მის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე. ამ მიზნით ჩვენს მიერ ჩატარებული საკმაოდ ფართო მასშტაბიანი ექსპერიმენტის პირობებში აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსში ჩართული იქნა ზოგიერთი ეკოლოგიურად სუფთა ბიოპრეპარატები (ინოსექტოფუნგიციდები) მინერალური სასუქებთან ერთად. ამ მიზნით დავიწყეთ წინასწარი მოსინჯვითი სამუშაოები და შემდგომში სტაციონალური მინდვრის ცდის პირობებში ვაწარმოებდით ექსპერიმენტულ სამუშაოებს უკრაინული წარმოების ინსექტოფუნგიციდებზე “გაუფსინი”, ესპანური წარმოების სხვადასხვა პრეპარატებზე: ბაქტოფერტზე, ბიტოქსიბაცილინზე, ბაქტოციდი CK. საცდელ ბაღში ბიოპრეპარატების გამოყენება ხდებოდა ცდის სქემის მიხედვით. აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი სასუქები შეგვქონდა რუსული წარმოების NPK სასუქის სახით, სადაც თითოეული საკვები ელემენტები 15-15-15% -ს შეადგენს. ასევე ცდის სქემის გათვალისწინებული სასუქი ბაქტოფერტი შეგვქონდა მაისში, ივნისში, ივლისში, აგვისტოში სათანადო დაავადებების მავნებლებისა აქტიურ ფაზაში ყოფნისას. სავეგეტაციო პერიოდის დასაწყისში და დასასრულს საცდელი ვარიანტების მიხედვით ვიღებდით ნიადაგის ნიმუშებს 0-20 სმ სიღრმეზე და ლაბორატორიულ პირობებში ვიკვლევდით აგროქიმიურ მაჩვენებლებს.

საკვანძო სიტყვები: ციტრუსი, მანდარინი, ბიოსასუქი, ნიადაგი, მცენარე.

მეციტრუსეობა იყო და აუცილებლად უნდა დარჩეს საქართველოს სუბტროპიკული სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთ წამყვან მიმართულებად. რეალურად მსოფლიოში 74 მლ ტონაზე მეტი ციტრუსოვანთა ნაყოფი იწარმოება და მეციტრუსეობით დაინტერესებულია მსოფლიოს 80 ქვეყანაზე მეტი, ის ქვეყნები სადაც ბუნებრივ-კლიმატური პირობები ამის საშუალებას იძლევა. საქართველო ყოფილ საბჭოთა კავშირში იყო ციტრუსოვანთა ნაყოფის

ერთადერთი ძირითადი მწარმოებელი, რომლის წილად მოდიოდა წარმოებული პროდუქციის 99%. გეგმით საქართველოში უნდა მოსულიყო 800 ათასი ტონა ციტრუსოვანთა ნაყოფი, რა თქმა უნდა საამისოდ იქმნებოდა ყველა პირობა, როგორც სოციალურ-ეკონომიკური ასევე სამეცნიერო-ტექნოლოგიური და პოლიტიკური. ყოველივეს კი წინ უსწრებდა წლების მანძილზე მაღალკვალიფიციურ დონეზე შესასრულებელი სამეცნიერო-კვლევითი ექსპერიმენტული სამუშაოები. არა ერთ კვლევით და სასწავლო ინსტიტუტში იკვლევდნენ ციტრუსოვანთა აგრო-ბიოლოგიურ თავისებურებებს, მოვლა-მოყვანის, ნაყოფების შენახვა რეალიზაცია-ტრანსპორტირებისა, სამრეწველო გადამუშავების ტექნოლოგიებისა და ტექნიკურ საშუალებებს. დარგი მთლიანობაში იყო პრივილეგირებული და დასაქმებული, მოსახლეობა ეკონომიურად უზრუნველყოფილი. მიუხედავად ამისა მეცნიერული უზრუნველყოფის მიმართულებით იდგა სიღრმისეულად შესასწავლი ზოგიერთი საკითხებისა, როგორცაა ეკოლოგიური და ორთოგრაფიული ფაქტორების გავლენა ციტრუსოვანთა ნაყოფების წარმოებასა და შენახვის უნარიანობაზე [1,2] ძირითადი ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე, წარმოებული ნაყოფების დანიშნულებისამებრ გამოყენების თვალსაზრისით, სასაქონლო და სამრეწველო გადამუშავების ტექნოლოგიებისა და ტექნიკური საშუალებების ოპტიმიზაციაზე, კვლავაც პრობლემატურია წარმოებული ნაყოფების სასაქონლო გადამუშავების, შენახვა რეალიზაციის, სამრეწველო გადამუშავების უნარჩენო ტექნოლოგიების საწარმოო პირობებში დანერგვის საკითხები, ციტრუსებით დაკავებული სავარგულების ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების, და მცენარეთა მავნებელი დაავადებებთან ბრძოლის ეფექტური საშუალებების გამოყენების მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების შემუშავება [3,4]. უნდა ვაღიაროთ და შესაბამისი სწორი დასკვნები გამოვიტანოთ 1990 წლებიდან მოყოლებული ქვეყანაში მიმდინარე პოლიტიკური და სოციალურ-ეკონომიკური პროცესების შედეგად შეცვლილი სახალხო მეურნეობის მთლიანი სისტემის უარყოფითი გავლენა ამ მეტად საჭირო და მრავალმხრივი სარგებლობის მომტანი დარგის შენარჩუნება - განვითარებაზე. ამ მხრივ განსაკუთრებით სავალალო მდგომარეობაში აღმოჩნდა მეჩაიეობა, ტექნიკური კულტურები და მეციტრუსეობა. მიზეზები იმდენად კომპლექსურია, რომ მისი სწორად აღთქმა ცალკე მეცნიერულ კვლევებს მოითხოვს, მაგრამ არის საკითხებისა, რომელთა სწორად წარმართვა, შესწავლა და სათანადო რეკომენდაციების მომზადება ამ ვითარებაშიც კი აქტუალურია და დარგის გადარჩენის წინა პირობად შეიძლება მივიჩნიოთ [5,6]. სწორედ ამ მიზანს ემსახურება ჩვენი სამეცნიერო კვლევითი მუშაობის თემატიკა, რომელიც ითვალისწინებს ციტრუსოვანთა ნაყოფების წარმოების, სასაქონლო და სამრეწველო გადამუშავების, შენახვა რეალიზაციის ტექნოლოგიების და ტექნიკური საშუალებების შემუშავებას და არსებულ ვითარებაში მეცნიერულად დასაბუთებული წინადადებებისა და რეკომენდაციების შემუშავებას. ვითვალისწინებთ რა იმ მდგომარეობას, რომ ციტრუსოვანთა მწარმოებელი საზოგადო მეურნეობები აღარ ფუნქციონირებს და მეციტრუსეობა სრულიად მოექცა კერძო გლეხურ და ფერმერულ მეურნეობების მფლობელობაში ადრე დამკვიდრებული აგრო გადამუშავების და შენახვა -რეალიზაციის ტექნოლოგიები და საშუალებები სრულიად გამოუსადეგარი გახდა და დარგი მთლიანობაში ქაოსურ, მომაკვდავ სიტუაციაში აღმოჩნდა [7].

ჩვენი მუშაობის მიზანს წარმოადგენდა ზოგიერთი ბიოპრეპარატების (ინსექტოფუნგიციდების) და მინერალური სასუქების ურთიერთ მონაცვლეობითი გავლენა მანდარინის მოსავლიანობასა, ხარისხზე, შენახვის უნარიანობაზე მავნებელ დაავადებები ს გაუნეგლობაზე, და შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავებაზე. აქვე აღნიშვნის ღირსია საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ძალისხმევა საქართველოში ციტრუსის წარმოება განვითარების პროგრამის შემუშავების შესახებ, ამ მიზნით შექმნილი სამუშაო ჯგუფის მიერ გაწეული საქმიანობის ანგარიშში, თითქმის სრულად არის წარმოდგენილი საქართველოს მეციტრუსეობაში არსებული პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები (ბრძანება 16.02. 2015წ). მთელ რიგ საკითხებთან ერთად ვრცლად არის წარმოდგენილი ჩვენი ინსტიტუტის (აღრე საკავშირო ინსტიტუტი) მეცნიერების მიერ ჩამოყალიბებული ხედვა მეციტრუსეობის დარგის განვითარებისათვის მისაღები გადაწყვეტილებების თაობაზე. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ მას შემდეგ რაიმე მნიშვნელოვანი სრულყოფილი სამეცნიერო და პრაქტიკული მუშაობის სამთავრობო პროგრამა ჯერ არ შემუშავებულა [8,9].

ამჟამად აჭარაში ციტრუსოვანთა (მანდარინი) ბაღებს 7725 ჰა უკავით (ასეთია სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მონაცემები) მათ შორის სრულმოსავლიანად ითვლება 5725 ჰა (საეჭვოა, რომ ეს მონაცემები სადღეისოდ რეალური იყოს). ხელვაჩაურისა და ქობულეთის მუნიციპალიტეტის მოსახლეობისათვის ჯერჯერობით ეს დარგია შემოსავლის წყარო. მემცენარეობის პროდუქციაში ციტრუსების ხვედრითი წილი 27% აღემატება. რესპუბლიკის ფარგლებს გარეთ რეალიზებულ პროდუქციაში კი 70%-ს შეადგენს. ასე, რომ მიუხედავად არსებული პრობლემისა მეციტრუსეობა აჭარის აგრარული სექტორის ერთ-ერთი ძირითადი დარგია და მისი შემდგომი განვითარება რეგიონის საექსპორტო პოტენციალის და ფერმერთა სოციალური-ეკონომიური კეთილდღეობის გაზრდის რეალური საშუალებაა. [10]

სამამულო მეცნიერებისა და პრაქტიკოსების მიერ არაერთგზისაა დასაბუთებული, რომ ციტრუსოვანთა მაღალი და ხარისხიანი პროდუქციის წარმოებისათვის ძირითადია მცენარეთა კვების რეჟიმის მოწესრიგება და მავნებელ დაავადებებთან ბრძოლის ეფექტური ღონისძიებების გატარება, ნაყოფების შენახვის უნარიანობა, ციტრუსების ნაყოფების მოსავლიანობა და მისი ხარისხი დღეს, როდესაც სრულად გაუქმებულია კოლმეურნეობები და საბჭოთა მეურნეობები ციტრუსოვანთა ნარგაობები სრულიად მოექცა კერძო სექტორში ხშირ შემთხვევაში ამ ძირითადი ღონისძიებებიდან ფერმერები ახორციელებენ ერთს ან მეორეს ცალ-ცალკე., არასრულყოფილად და შედეგებიც სავალალოა [11].

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი, მისი აგროქიმიური დახასიათება (საწყისი და სასუქების შეტანის შემდეგ).

საცდელი ნაკვეთის აგროქიმიური დახასიათების მიზნით ნაკვეთის აგეგმვის შემდეგ, სასუქების შეტანის წინ, მინდვრის ცდის ვარიანტების მიხედვით აღებული იქნა ნიადაგის შერეული ნიმუშები ყოველ ვარიანტზე შემდეგ 0-40სმ სიღრმეზე, ჩატარებული ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილ 1-ში.

სტაციონალური ცდების დაწყებამდე საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი ხასიათდებოდა შემდეგი მაჩვენებლებით:

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები ცდის დაწყებამდე

წლები	ნიმუშის აღების სიღრმე, სმ	pH		საერთო		ჰიდროლოგიური აზოტი მგ/კგ	შესათვისებელი მგ/100გ		შთანთქმული ფუტების ჯამი
		წლის გამონაწერში	KCl-ის გამონაწერში	ჰუმუსი %	აზოტი %		კალიუმი მგ/100გ	ფოსფორი მგ/100 გ	
2015	0-40	6.0	5.8	1.6	0.8	140	0.5	22.0	0.45
2017	0-40	6.2	5.9	1.5	0.7	138	0.6	20.0	0.49

როგორც ცხრილიდან ჩანს საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის არეს რეაქცია სუსტი მჟავა და იმავდროულად საკმაოდ ღარიბია ჰუმუსით და საერთო აზოტის შემცველობით. შესაბამისად, დაბალია ჰიდროლოგიური აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის მცენარისათვის შესათვისებელი ნაწილიც. მოსავლიანობა წინასწარი აღრიცხვით აღნიშნულ ნაკვეთში საშუალოზე მაღალი იყო. მისგან ეფექტი თვალსაჩინოა როგორც ნაყოფის მოსავლის მატების, ისე მცენარის ვეგეტაციური ნაწილის ზრდის მხრივ. აზოტისა და ფოსფორის ფონზე კალიუმი უფრო ეფექტურია, ვიდრე დამოუკიდებლად, ნაყოფის მოსავალზე ფოსფორის დადებითი მოქმედება მჟღავნდება მხოლოდ აზოტ-კალიუმის ფონზე, ხოლო დამოუკიდებლად გამოყენებისას იგი უარყოფით მოქმედებასაც კი იჩენს.

ექსპერიმენტალური ნაწილი

ჩვენი მუშაობის მიზანს წარმოადგენდა ზოგიერთი ბიოპრეპარატების (ინსექტოფუნგიციდების) და მინერალური სასუქების ურთიერთ მონაცვლეობითი გავლენა მანდარინის მოსავლიანობასა, ხარისხზე, შენახვის უნარიანობაზე მავნებელ დაავადებები ს გაუნეგლობაზე, და შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავება. სტაციონალური მინდვრის ცდისა და ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე. დავიწყეთ წინასწარი მოსინჯვითი სამუშაოები მინი ცდებით და გავაგრძელეთ შემდგომში სტაციონალური მინდვრის ცდებით ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტში (ამჟამად ქ. ბათუმის) კახაბერის დაბლობის (აეროპორტის მიმდინარე) ალუვიურ ნიადაგებზე გაშენებულ სრულ ასაკოვან მანდარინის ბაღში. ექსპერიმენტები დაყენებული იქნა უკრაინული წარმოების ინსექტოფუნგიციდზე „გაუფსინი“ ესპანური და რუსული წარმოების სხვადასხვა ბიოპრეპარატებზე - ბაქტოფერტი სამამულო წარმოების), ბიტოქსი ბაცილინი, ბაქტოციდი, ჯეორგანიკა (ჯეოჰუმატი).

კვლევის ჩატარების მეთოდიკა

წინასწარი მოსინჯვითი სამუშაოები გავაგრძელებთ შემდგომში სტაციონალური მინდვრის ცდებით ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტში (ამჟამად ქ. ბათუმის კახაბერის დაბლობის (აეროპორტის მიმდინარე ალუვიურ ნიადაგებზე გაშენებულ სრულ ასაკოვან მანდარინის ბაღში. ექსპერიმენტები დაყენებული იქნა უკრაინული წარმოების ინსექტოფუნგიციდზე „გაუფსინი“ ესპანური და რუსული წარმოების სხვადასხვა ბიოპრეპარატებზე - ბაქტოფერტი სამამულო წარმოების), ბიტოქსი ბაცილინი, ბაქტოციდი, ჯეორგანიკა (ჯეოჰუმატი).

კვლევის ძირითად მეთოდად გამოყენებული იყო სტაციონალური მინდვრის ცდის და ლაბორატორიული კვლევის მეთოდები. მინდვრის ცდა დაყენებული იყო საერთოდ მიღებული მეთოდით (შ.თ. ჭანიშვილი 1973წ). გამოკვლევები ჩატარდა 2017-2023წწ.-აჭარის შავი ზღვის სანაპირო ზოლში კახაბრის დაბლობის მერიის ტიპის ალუვიურ ნიადაგებზე გაშენებულ მანდარინ „უნშიუს“ სრულმოსავლიან ბაღში [10].

მინდვრის ცდის დასაყენებლად ნაკვეთი დაყოფილი იქნა დანაყოფებად, ცდები ტარდებოდა 6-ჯერადი განმეორებით- განმეორებებში - 3, ხოლო ვარიანტში - 18 მცენარეა. მინერალურ სასუქებად გამოვიყენეთ რუსული წარმოების **NPK, რომელშიც საკვები ელემენტების შემცველობა 15- 15-15% ს შეადგენს** ანუ 160-160 -160გ. აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი ერთ მცენარეზე, რაც აგროტექნიკური დოზის ნახევარს შეადგენს. იმ მოსაზრებით, რომ დანარჩენი მცენარის მოთხოვნილება შეივსებოდა ბიოპრეპარატების ზემოქმედებით. ცდის პერიოდში გამოყენებული იყო შემდეგი ბიო პრეპარატები:

ცდები ტარდებოდა შემდეგი სქემით:

1. ბაქტოფერტი 600 გ.ძირზე
2. NPK 0,5 დოზა _ ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე
3. NPK 0,5 დოზა + ბიტოქსიბაცილინი 6% ხსნარი შესხურებით
4. უსასუქო
5. NPK 0,5 დოზა + ბაქტოფიტი CK (6% ხსნარი შესხურებით)
6. ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე მცენარეზე შესხურებით და ნიადაგზე დასხურებით

ცდის განმეორება იყო სამჯერადი.

ნიადაგისა და ფოთლის აგროქიმიური გამოკვლევები მიმდინარეობდა მცენარეთა ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში. ჩვენი მიზანი იყო დაგვედგინა ნიადაგში და ფოთლებში ძირითადი საკვები ელემენტების ცვალებადობა ვარიანტების მიხედვით და მათი გავლენა ნიადაგის ნაყოფიერებაზე და მცენარის იერ საკვები ნივთიერებების შეთვისების უნარიანობაზე. ნიადაგის ნიმუშებს ვიღებდით დანაყოფის სამოდელო მცენარეთა გარშემო ვარიანტების მიხედვით სხვადასხვა სავეგეტაციო პერიოდში.

ანალიზები ტარდება კლასიკური მეთოდებით:

1. ნიადაგის ნიმუშის აღება -გოსტ28168-9985.

2. ჰიგროსკოპიული წყალი-გოსტ 28268-89 წონითი, თერმოსტატური,
3. PH-წყლის და KCl-ის გამონაწურში - პეაშმეტრით, გოსტ 26483-85 პოტენციომეტრული.
4. საერთო ჰუმუსი %-ტიურინის გოსტ 26213-91 ტიტრაცია.
5. საერთო აზოტი %-ში - კელდალის მიკრო ქრომის-ტიტრული გოსტ 2017-84
6. მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორი მგ/100გ-ზე - ონიანის მეთოდით გოსტ 26205-91 ფიტომეტრია.
7. მცენარისათვის შესათვისებელი კალიუმი მგ/100გ-ზე-აპარატი SOIL TEST-500 და პეივეს-კლასიკური პეივეს, ფიტომეტრია გოსტ 2609-91.
8. ჰიდროლიზური აზოტი მგ/კგ ტიურინისა და კონანოვას გოსტ 26213-84,
9. შთანთქმული ფუძეების ჯამი% კაპენი გოსტ 27821-88 ტიტრაცია.
10. საერთო აზოტი(მცენარეში)% კელდალი გოსტ 26107-84.
11. საერთო კალიუმი მცენარეში % სველი დანაცვრა გოსტ 20851-3-93,
12. საერთო ფოსფორი%-სველი დანაცვრა გოსტ 26261-84 [5,6,8].
13. ასევე პლაზმურ ატომურ ემისიური სპექტროფოტომეტრის გამოყენებით (ICPE-9820).

ცდის პერიოდში გამოყენებული ბიოპრეპარატები:

ბაქტოფერტი - ბიოორგანული მინერალური სასუქია.

გამოიყენება - ნიადაგის ნაყოფიერების ასამაღლებლად. ეკოლოგიურად სუფთა, ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოსავლიანობის ასამაღლებლად.

ბაქტოფერტი აჩქარებს მცენარეში ფიზიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობას, ნიადაგში ცვლის მჟავიანობას და ჟანგვა-აღდგენით პროცესებს, აგროვებს ორგანულ ნივთიერებებს ორგანო-მინერალური და ამინომჟავების სახით. აუმჯობესებს მცენარეთა კვების რეჟიმს მაკრო (NPK) და მიკროელემენტების (Fe, B, Co, Mo, Mn, Zn, Cu) მობილიზებით. აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას და ჰუმუსის შემცველობას, შლის და ლოკალიზებას უკეთებს ნიადაგში დაგროვილ ტოქსიკურ ნივთიერებებს. გადაამუშავებს ნიადაგში არსებულ მცენარეულ და ცხოველურ ნარჩენებს ჰუმუსად, აჩქარებს წყალში ხსნადი საკვები ნივთიერებების გამორეცხვას ნიადაგიდან. იმავდროულად NPK-ს უხსნადი შენაერთები გადაჰყავს მცენარისათვის შესათვისებელ მდგომარეობაში. სასუქი ბაქტოფერტი არ გამოირეცხება ნიადაგიდან და გააჩნია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში სასარგებლო მოქმედების უნარი მასში არსებული მიკროორგანიზმების ხარჯზე. ამრიგად მწარმოებელთა რეკომენდაციით ბაქტოფერტი როგორც ბიოორგანულ-მინერალური პრეპარატი ამჟღავნებს სასუქის ყველა სასარგებლო თვისებებს და დადებითად მოქმედებს ნიადაგის ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებების ოპტიმალურ რეჟიმში წარმართვაზე. შედეგად უნდა მოგვეცეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ეკოლოგიურად სუფთა, მაღალი და მყარი მოსავალი.

ციტრუსოვანთა (მანდარინი) ბაღში მერიის ტიპის ნიადაგებზე ბაქტოფერტის გამოყენების ეფექტურობა პირველად ისწავლება ჩვენს მიერ მინდვრის სტაციონალური ცდის პირობებში.

ბიტოქსიზაცილინი - ინსექტოაკარაციდია აქტიური ნივთიერება სპოროვან კრისტალური კომპლექსი *Bacillus thuringiensis var thuringiensis* და ეგზოტოდინი. მწარმოებელი - რუსეთი. რეგისტრაციის № 2067-10-301-0710-0-3-1. გამოყენების ნორმა 3 ლ.ჰა.

ბაქტოფიტი CK - მიკრობიოლოგიური ფუნგიციდი და ბაქტერიოციდია, მისი გამოყენება ხდება მცენარეთა სოკოვანი და ინფექციური დაავადებების საწინააღმდეგოდ (ხორბალი, ყურძენი, ბოსტნეული). ციტრუსებში ჯერ-ჯერობით მისი გამოყენება შესწავლილი არ არის. ხარჯვის ნორმა - 3 ლ. 1 ჰ-ზე. მწარმოებელია - რუსეთი, რეგისტრაციის № 127708-307-071-0-0-3-0.

გაუფსინი - ინსექტოფუნგიციდია კომპლექსური მოქმედების. იცავს მცენარეებს დაავადებებისა და მავნებლებისგან, იმავდროულად აძლიერებს ნიადაგში კოჟრის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობას და ხელს უწყობს ატმოსფერული აზოტის დაგროვებას. ზრდის მოსავლიანობას და წარმოებული ხილის შენახვის უნარიანობას. გაუფსინი წარმოადგენს ფსევდემონას B-306 და B-111 საწარმოო შტამების ერთობლიობას. იცავს მცენარეს როგორც ფუნგიციდი ფესვთა სისტემის და ფოთლების დაავადებებისგან და როგორც ინსექტიციდი მავნებლებისგან. ანადგურებს 94% სოკოვან დაავადებებს, 70% ბაქტერიულ დაავადებებს, ნაწილობრივ ვირუსულ დაავადებებსაც. პრეპარატი საქართველოში დარეგისტრირებული არ არის. ციტრუსებში პირველად იცდება ჩვენს მიერ უკრაინული წარმოების ბიოპრეპარატი „გაუფსინი“, რომელიც იცავს მცენარეებს მავნებლებისა და დაავადებებისგან, ხელს უწყობს მათ ზრდა განვითარებას, მსხმოიარობას და ხარისხობრივ მაჩვენებლების გაუმჯობესებას, მათ შორის შენახვის-უნარიანობის გაზრდას. „გაუფსინი“, როგორც ბაქტერიული ფუნგიციდური მოქმედების პრეპარატი ავლენს ინსექტიციდურ თვისებებს, ანადგურებს მავნებლებს, ამ და სხვა თვისებებიდან გამომდინარე „გაუფსინის“ გამოყენებით შესაძლებლობა გვეძლევა მივიღოთ მანდარინის მაღალხარისხიანი და შენახვის-უნარიანი ნაყოფები. მისი გამოყენება ეფექტურია სათავსოებისა და ყუთების დასამუშავებლად. იმავდროულად პრეპარატი ეკოლოგიურად სუფთაა. ბიოპრეპარატი გაუფსინის გამოყენებით აღინიშნება ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლების გაუმჯობესების ტენდენცია, მნიშვნელოვნად იზრდება მოსავლიანობა და ხარისხობრივი მაჩვენებლები. მინიმუმადეა ურად შამციროს დანაკარგები.

ცდის პერიოდში ნიადაგის ნიმუშებს ვიღებდით ყოველწლიურად სავეგეტაციო პერიოდის დასაწყისში.

ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლების შედეგები ცხრილი 2

ვარიანტი	pH				მცენარისათვის შესათვისებელ მგ/100	მცენარისათვის შესათვისებელ მგ/100		შთანთქმული % ფუძეების ჯამი
	წყლის გამონაწერში	KCl გამონაწერში				K ₂ O	P ₂ O ₅	
1. ბაქტოფერტი 300გ.ძირზე	7.9	7.2	1.2	1.1	560	7.0	9.0	0.58
2. ბაქტოფერტი 600გ.ძირზე	7.4	7.2	0.2	0.9	336	1.1	10.0	0.55
3. NPK 0,5 დოზა + ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე	7.8	7.9	0.8	1.1	331	1.0	11.0	0.57
4. NPK 0,5 დოზა + ბიტოქსიბაცილინის 6% ხსნარი შესხურებით	7.4	7.0	1.1	0.9	364	1.3	10.0	0.56
5. უსასუქო	7.4	7.0	0.8	1.1	420	1.3	12.0	0.57
6. NPK 0,5 დოზა + ბაქტოფიტი CK 0,6% ხსნარი შესხურებით	7.4	7.0	0.7	0.9	364	1.1	8.5	0.5
7. ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე შესხურებით მცენარეზე და დასხურებით ნიადაგზე	7.5	7.0	1.5	1.1	363	1.2	10.0	0.56

ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები (2019წ) ცხრილი 3

ვარიანტი	pH		საერთო ჰუმუსი %	საერთო აზოტი %	ჰიდროლიზური აზოტი მგ/კგ	მცენარისათვის შესათვისებელ მგ/100		შთანთქმული % ფუძეების ჯამი
	წყლის გამონაწერში	KCl გამონაწერში				K ₂ O	P ₂ O ₅	
1. ბაქტოვერტი 300გ.ძირზე	7.5	7.0	6.2	1.2	306	8.5	79.5	1.2
2. ბაქტოვერტი 600გ.ძირზე	7.4	7.0	6.8	1.3	336	9.0	31.0	1.1
3. NPK 0,5 დოზა + ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე	7.8	7.4	5.2	1.1	306	11.5	11.0	0.95
4. NPK 0,5 დოზა + ბიტოქსიბაცილინის 6% ხსნარი შესხურებით	7.2	6.9	6.5	1.2	306	10.5	15.0	0.7
5. უსასუქო	7.9	7.0	7.4	1.2	308	10.3	16.5	0.8
6. NPK 0,5 დოზა + ბაქტოფიტი CK 0,6% ხსნარი შესხურებით	7.8	7.4	8.2	1.2	306	9.5	17.8	0.8
7. ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე შესხურებით მცენარეზე და დასხურებით ნიადაგზე	7.7	7.3	7.3	1.12	308	10.5	19.0	0.9

როგორც ცხრილებიდან ჩანს ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები ცდის პერიოდში არსებითად არ შეცვლილა. ადგილი ქონდა ჰიდროლიზური აზოტის მცირედით კლებას ვარიანტების მიხედვით, მცენარისათვის შესათვისებელი კალიუმით 2017 წლის მონაცემებით საკმაოდ მდიდარია ყველა ვარიანტი. შემდგომ წლებში ადგილი ქონდა თანდათანობით კლებას. თუმცა არსებითი ნაკლოვანება არ შეინიშნებოდა. შემდგომ წლებში აღინიშნებოდა ამ მაჩვენებლების საგრძნობი მატება. თუმცა მთელი ცდის პერიოდში მიუხედავად მაღალი

მოსავლის მიღებისა, კალიუმით შიმშილი არცერთ ვარიანტზე არ აღინიშნებოდა. ანალოგიური შეიძლება ითქვას ფოსფორის შემცველობაზე ბიო პრეპარატების გავლენა მცენარის ზრდა განვითარებაზე ცდის პერიოდში ასევე ვიღებდით ფოთლის ნიმუშებს ყოველწლიურად სავეგეტაციო პერიოდის დასაწყისში (შედეგები იხ. ცხრილი 4,5,6).

3. მანდარინის ფოთოლი ხასიათდებოდა შემდეგი მაჩვენებლებით:

21.07.2017 ცხრილი 4

ვარიანტი	საერთო აბ.მშრალზე გადაანგარიშებით			ნაცარი %
	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	
1. NPK აგროწესებით + ბაქტოფერტი 300 გ.ძირზე + გაუფსინი შესხურებით (240 მლ×12ლ.წყალში)	0.8	0.8	0.3	7.3
2. ბაქტოფერტი 300გ.ძირზე + გაუფსინი შესხურებით (240 მლ×12ლ.წყალში)	0.8	0.4	0.8	7.2
3. NPK აგროწესებით 0.5 ნორმით + ბიტოქსიზაცილინი (6% ხსნარი შესხურებით)	0.9	0.4	1.0	8.2
4. NPK აგროწესებით 0.5 ნორმით + ბაქტოფიტი CK (6% ხსნარი) შესხურებით	1.2	0.3	0.9	8.3

ფოთლის ანალიზი

10.10.2018წ. ცხრილი5

ვარიანტი	საერთო %-ში			ნაცარი %
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1.ბაქტოფერტი 300გ.ძირზე	0.9	0.7	0.8	13.0
2.ბაქტოფერტი 600გ.ძირზე	1.1	0.8	0.9	13.0
3. NPK 0,5 დოზა + ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე	0.9	0.8	0.9	13.0
4. NPK 0,5 დოზა + ბიტოქსიზაცილინის 6% ხსნარი შესხურებით	1.1	1.0	1	11.7
5. უსასუქო	0.7	0.3	0.8	12.0
6. NPK 0,5 დოზა + ბაქტოფიტი CK 0,6% ხსნარი შესხურებით	1.4	0.8	1.1	13.0
7. ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე შესხურებით მცენარეზე და დასხურებით ნიადაგზე	1.4	1.1	0.8	13.0

ცდის პერიოდში მცენარეთა საკვები ელემენტების უზრუნველყოფას ვადგენდით ფოთოლში საკვები ელემენტის შემცველობის მიხედვით. საანალიზოდ ვიღებდით დანაყოფის სამოდელო მცენარის ბოლო ნაზარდებზე ახლად წარმოქმნილ ფოთლებს სხვადასხვა სავეგეტაციო პერიოდში და ვსაზღვრავდით NPK-ს შემადგენლობას. მცენარეთა საკვები მაკრო და მიკრო ელემენტებით უზრუნველყოფის მიზნით მოვახდინეთ ფოთლის დიაგნოსტიკა, ცდის პერიოდში აღებული ფოთლების დანაცვრა და მათი გამონაწერი გავატარეთ პლაზმურ ატომურ ემისიური სპექტროფოტომეტრის (ICPE-9820) პარატში: აგრეთვე მოვამზადეთ ნიადაგის წყლისა და მჟავე გამონაწერი და მოვახდინეთ საკვები ელემენტების რაოდენობრივი შედარება. ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილი 6-ში.

ნიადაგის და ფოთლის ანალიზი პლაზმურ ატომურ ემისიურ სპექტრომეტრზე ICPE-9820.

ფოთოლში საკვები ელემენტების განსაზღვრა
2018 წ. ცხრილი 6

ელემენტები	ვარიანტები						
	1. ბაქტოფერტი 300გ. ძირზე	2. ბაქტოფერტი 600გ. ძირზე	3. NPK 0,5 დოზა + ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე	4. NPK 0,5 დოზა + ბიტოქსინობაცილინის 6% ხსნარი შესხურებით	5. უსასუქო	6. NPK 0,5 დოზა + ბაქტოფიტი CK 0,6% ხსნარი შესხურებით	7. ჯეოჰუმატი 2 პაკეტი ძირზე შესხურებით მცენარეზე და დასხურებით ნიადაგში
ფოთლის ნიმუშები, %							
Al	0,0015	0,00130	0,00120	0,0016	0,0014	0,015	0,016
As	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	0,00034	0,00014
B	30.3	0,0030	0,0071	0,0042	0,0019.6	0,9915	0,0014
Ba	0,00051	0.00054	0,00061	0.00085	0,0007	კვალი	კვალი
Be	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Ca	1,32	1,03	1,15	1,07	1,03	0,03	0,036
Cd	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Co	კვალი	0.000044	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Cr	კვალი	0.0000365	0.00000123	0.000024	0.000012	0,00079	0,0011
Cu	0,00027	0,00073	0,000434	0,00025	0,00029	0,00024	0,00030
Fe	0,0112	0,017	0,010	0,015	0,011	0,030	0,035
K	0,039	0,073	0.111	0,082	0,066	0,0088	0,0015
Mg	0,368	0,434	0,212	0,201	0.239	0,140	0,197
Mn	0.0012	0.0020	0.0012	0.0021	0.0008	0.00010	0.0018
Mo	0,00083	0.000045	0.000035	0.000035	0.000032	0.242	0,0000345
Na	0,0023	0,0038	0,00248	0,0025	0,0032.	0,0046	0,00342

Ni	0,000188	0,000073	0,0000257	0,000017	0,000017	0,000029	0,000051
P	0,135	0.339	0,201	0,152	0,120	0,101	9.126
Pb	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Si	0,000019	0,000041.	0,000053	0,000036	0,000036	0.000027	0.000021
Zn	0,000101	0,00018	0,00010	0,00012	0,00012	0,0082	0,0056
ნიადაგის ნიმუშები წყლის გამონაწურში, %							
ცხრილი 7							
Al	0,0012	0,0011	0,0013	0,0013	0,0017	0,0018	0,0018
As	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
B	0.000013	კვალი	0.000014	კვალი	0.000014	კვალი	კვალი
Ba	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Be	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Ca	0,0027	0,0021	0.0026	0,0022	0,0028	0,00022	0,0020
Cd	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Co	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Cr	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Cu	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Fe	0,00070	0,00052	0,00076	0,000065	0,000883	0,0009	0,0009
K	0,00015	0,00014	0,000117	0,00019	0,00015	0,00018	0,00018
Mg	0,00055	0,00039	0,000062	0,00046	0,00054	0,00054	0,000054
Mn	0.000010	კვალი	0.000015	კვალი	0.000014	0.00011	0.000010
Mo	0.0630	0.500	0.0734	0.698	0.122	1.33	1.12
Na	0,000005	0.000090	0.000065	0.00018	0,00011	0.000024	0,000023
Ni	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
P	0,00043	0,00033	0,00032	0,00027	0,00025	0,00022	0,00022
Pb	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Si	0,00040	0,00034	0,00039	0,00045	0,0009	0,00044	0,00044
Zn	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
ნიადაგის ნიმუშები მჟავა გამონაწურში, %							
ცხრილი 8							
Al	0,0620	0,062	0,060	0.200	0.070	0,21	0.23
As	0.000013	0.0000123	0,000086	0.000029	0.000077	0.000038	0.000033
B	0.000052	0.000058	0.000038	0.000021	00000.56	0.000028	0.000046
Ba	0.206	0.188	0.281	0.317	0.311	0.286	0.262
Be	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Ca	0,20	0,10	0,16	0.12	0,19	0,19	0,17
Cd	0.0055	0.0059	0.0192	0.0017	0.0118	0.0167	0.0091
Co	0.000028	0.0000257	0.00006	0.000060	0.00011	0.000051	0.000043
Cr	კვალი	კვალი	0.000011	კვალი	0.0000165	კვალი	კვალი

Cu	0,00023	0,00025	0,00072	.0,00073	0.00047	0,00051	0,00039
Fe	0,0024.	0,0022	0,0057	0,0026	0,0032.1	0,0048	0.0033
K	0,00007.5	,000023	0,000067	0,000043	0,00012	0,000092	0,000028
Mg	0,029	,0,030	0,032	0,013	0,017	0,023	0,020
Mn	0,00009	0,00010	0,00011	0,000071	0,00018	0,00010	0,000082
Mo	კვალი	კვალი	0,000083	კვალი	კვალი	კვალი	0.000061
Na	0,0050	0,0023	0,0015	0,00071	0,00069	0,000012	0.000097
Ni	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	0.000037	0,000016
P	0,0067	0,0074	0,017	0,0098	0,016	0,014	0,0095
Pb	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი
Si	0,0021	0,0016	0,0054	0,00089	0,00186	0,0024	0,0012
Zn	0,000029	0,00026	0,00054	0,00016	0,000026	0,00046	0,00024

2019 წლის მანდარინის მოსავლის ანალიზები

ცხრილი 9

ვარიანტი	ნიმუშის წონა, კგ	რბილობის %	კანი %	წყლის შემცველობა %		ნაცარი %		N %		P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	Ca მგ კანში	Mg მგ კანში
				კანში	რბილობაში	კანში	რბილობაში	კანში	რბილობაში				
უსასუქო	0.69 4	72.0	28. 0	69.0	88. 0	0.8	0.28	0.0	0.0	0.02 7	0.05	0.13 8	0
NPK _{0,5 ა.დ.} + ჯეოკუმპატი ორი პაკეტი ძირზე მცენარეზე შესხურებით	0.68 0	76.0	24. 0	72.0	90. 0	0.9	0.27	0.0	0.0	0.01 7	0.03	0	0.000 35
NPK _{0,5 ა.დ.} + ბიტოქსიბაცილი ნი 6% ხსნარი მულტიმასტერთ ან ერთად შესხურებით	0.59 6	71.0	29. 0	72.0	89. 0	0.9	0.30	0.0	0.0	0.01 4	0.02 2	0.01 8	0.004 2
ჯეოკუმპატი 2 პაკეტი ძირზე მცენარეზე შესხურებით	0.68 6	72.0	28. 0	73.0	88. 0	1.3	0.7	0.0	0.0	0.02 0	0.03 3	0.43 8	0.09

ბიოქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით (ცხრილი 5) „C“ ვიტამინი ორჯერ და მეტად აღემატება კანში, ვიდრე რბილობში. ვარიანტებს შორის უპირატესობით გამოირჩევა მე-4 ვარიანტის კანი და მე-2 ვარიანტის კანი და რბილობი. რედუცირებული შაქრების შემცველობა როგორც კანში, ისე რბილობში ყველა ვარიანტზე პრაქტიკულად ერთნაირია. ასეთივე მაჩვენებლით ხასიათდება ინვერსიული შაქრების შემცველობა იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში კანში უფრო მაღალია ეს მაჩვენებელი, ვიდრე რბილობში. საერთო შაქრების შემცველობა კანსა და რბილობში პრაქტიკულად თანაბარია ვარიანტების მიხედვით.

დასკვნა.

ჩვენს მიერ ჩატარებული მრავალწლიანი 2017-2022წწ მინდვრის ცდებისა და ლაბორატორიული გამოკვლევებით მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

-აჭარის შავი ზღვის სანაპირო ზოლში მერიის ტიპის ნიადაგებზე გაშენებულ მანდარინ „უნშიუს“ სრულმოსავლიან ბაღში ძირითადი მინერალური სასუქების (NPK) 0,5 აგრო დოზით განოყიერების ფონზე ზოგიერთი ბიოლოგიური პრეპარატების (ბაქტოფერტი; გაუფსინი; ბიტოქსი; ბიცილინი; ბაქტოფერტი-CK; ჯეოჰუმატი) მცენარეზე შესხურებით

-ბიოპრეპარატების გამოყენებით ნიადაგის ნაყოფიერების მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად იზრდება, აღნიშნული პრეპარატებით ფესვური და ფესვგარეშე გამოკვება მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს მცენარეთა კვების რეჟიმს.

-მინერალური და ბიოსასუქების გამოყენების გარეშე თუნდაც ორი-სამი წლის განმავლობაში მანდარინის მცენარეების ზრდა-განვითარება და მოსავლიანობა კატასტროფულად მცირდება და უარესდება ხარისხობრივი მაჩვენებლები;

-ბიოპრეპარატების გამოყენებით (სავეგეტაციო პერიოდში) მინიმუმამდე შემცირებულია მცენარეთა ძირითადი დაავადებები, ბიოპრეპარატების გამოყენების შემდეგ ციტრუსების პლანტაციაში მეწლეობა აღარ არსებობს(აღმოიფხვრა მეწლეობა).

აღნიშნულიდან გამომდინარე ვაძლევთ რეკომენდაციას მეციტრუსე ფერმერებს ციტრუსოვანთა ბაღებში გამოიყენონ ბიოპრეპარატები მინერალურ სასუქებთან ერთად როგორც ნიადაგის ნაყოფიერების ასამაღლებლად, ასე მცენარეთა კვების რეჟიმის გაუმჯობესებაში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

[1]. ზ.მიქელაძე, ვ.ცანავა, ნ.ნაკაშიძე. ორთოგრაფიული ფაქტორების გავლენა ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობისა და ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე. სუბტროპიკული კულტურები N12, გვ 254-260. 2009წ.

[2]. ზ.მიქელაძე, ნ.კუტალაძე, ნ.ნაკაშიძე. მანდარინის ნაყოფების შენახვის უნარიანობის დამოკიდებულება, მათ მინერალურ შედგენილობაზე. საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის შრომათა კრებული ტ3. N1. 3, N1(50) გვ.41-44, ISSN 1987-6599. თბილისი. 2010წ.

- [3]. ნ. ნაკაშიძე, ვ. ცანავა, ზ. მიქელაძე, ნ. კუტალაძე. მინერალური სასუქების დოზების და ელემენტების თანაფარდობის გავლენა მანდარინ უნშიუს ნაყოფების შენახვის უნარიანობაზე ჩაის სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის ინსტიტუტი, კონფერენციის მასალები, სუბტროპიკული კულტურები 1-4 (261-264) გვ.154-157. ISSN02.07-9224. ოზურგეთი, ანასეული. 2010წ.
- [4]. ვ.ცანავა, ზ.მიქელაძე, ზ.ნაკაშიძე, ნ.კუტალაძე. მინერალური სასუქების გავლენა მანდარინის ნაყოფების ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეც. აკადემიის „მომამბე“ 26 გვ.333-337. ISSN1520-2010. თბილისი. 2009.
- [5]. გ.მარგველაშვილი. ნიადაგის ქიმიური ანალიზი თბილისი. ISBN-978-9941-8-1511-9 2019 წ.
- [6]. გოგოლა მარგველაშვილი, თინათინ ძამამია. აგროქიმიის პრაქტიკუმი. თბილისი. ISBN-978-9941-8-1511-9. 2021წ.
- [7]. კუტალაძე ნ., მიქელაძე ო., ცინცილაძე ა. აჭარის ნიადაგების დახასიათება და მისი ნაყოფიერების ამალღების გზები. ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელწიფო უნივერსიტეტის შრომები გვ.230-235, 2003წ.
- [8]. ო. ონიანი, გ. მარგველაშვილი. მცენარის ქიმიური ანალიზი. თბილისი განათლება 415 გვ. 1978 წ.
- [9]. გ. ჩხაიძე. სუბტროპიკული კულტურები, 531 გვ. თბილისი. 1996 წ.
- [10]. შ. ჭანიშვილი. საცდელი საქმის მეთოდოკა. თბილისი, მეცნიერება 1973 წ.
- [11]. ა. მენღარიშვილი. აგროქიმი. თბილისი განათლება გვ 335-336. 1966წ.

Using of biological preparations in citrus plantation

Nunu Kutaladze, Zurab Mikeladze, Sophio Papunidze, Tamar Gogolishvili, Teimuraz Gorgiladze

Abstract

Our goal is to include technologies in citrus agrotechnical measures that will significantly increase soil fertility, have a positive effect on plant growth and development, natural storage capacity of mandarin fruits, yield and its quality indicators.

For this purpose, in the conditions of a rather large-scale experiment conducted by us, some ecologically clean biopreparations (insectofungicides) along with mineral fertilizers were included in the complex of agrotechnical measures.

We started the preliminary experimental work and then, under the conditions of the stationary field trial, we carried out experimental work on Ukrainian-made insectofungicides "Gaufsin", on various preparations of Spanish production: Bactofert, Bitoxybacillin, Bactocid CK. Biopreparations were used in the trial garden according to the trial scheme. We included nitrogen, phosphorus, potassium fertilizers in the form of Russian-made NPK fertilizer, where each nutrient element is 15-15-15%. Also, we applied the fertilizer Bactofert provided in the trial scheme in May, June, July, August when the relevant diseases were in active phase. At the beginning and end of the vegetation period, according to the test options, we took soil samples at a depth of 0-20 cm and studied the agrochemical parameters in laboratory conditions.

Key words: citrus, tangerine, biofertilizer, soil, plant.



The Concept of Data-Driven Automated Governance

Jaba Tkemaladze¹

¹Research Director, Longevity Clinic Georgia Inc.

jtkemaladze@longevity.ge, <https://orcid.org/0000-0001-8651-7243>

Abstract

Modern public administration faces challenges requiring enhanced efficiency, transparency, and objectivity in evaluating the performance of government officials. This article proposes an innovative approach based on leveraging modern technologies for data collection, analysis, and application in governance systems. The focus is on comprehensive data aggregation, automated information processing, and assessing officials' competencies using key health and public safety indicators. The future of governance lies in integrating technologies and objective data into decision-making processes while enhancing human capabilities beyond artificial intelligence through the extension of high-quality life expectancy.

Keywords: governance, administration, innovation, data, analysis, automation, scenarios, decision-making, optimization

Introduction

Public administration is one of the most complex and responsible spheres upon which societal well-being depends. Traditional systems for evaluating the effectiveness of governance often rely on subjective indicators, leading to risks of corruption, bias, and lack of transparency. Consequently, there is a pressing need to integrate technologies that can objectify evaluation processes and enhance decision-making outcomes. Data-driven decision-making fundamentally transforms governance, enabling promptness, accuracy, and fairness in the implementation of measures aimed at improving citizens' quality of life. Such an approach forms the foundation for building efficient, accountable, and modern governance systems.

Core Principles of the New System

Comprehensive Data Collection and Centralized Database Creation

The technological framework of the proposed system is based on the large-scale collection of data from all available sources, including:

- Healthcare:
 - Date of birth, date of a patient's visit, and healthcare worker's identification number.
 - Costs of diagnostic tests performed by a specific healthcare worker.
 - Service costs associated with individual healthcare workers.
 - Costs of consumables and medications used during care by a specific healthcare worker.
 - Date of service completion by a healthcare worker, date of next visit, and related healthcare worker identification.
 - Date of death, and other pertinent data., etc
- Education:
 - Enrollment date and mentor identification number.
 - Costs of assessments and testing under specific mentors.
 - Service and material costs for mentorship.
 - Costs of textbooks and other learning materials provided by specific mentors.
 - Date of course completion under a mentor, results of developmental tests, and related data., etc
- Law Enforcement:
 - Date of the offense, start and end dates of judicial processes, and judge identification number.
 - Appeal outcomes and sentencing dynamics linked to individual judges.
 - Date of repeat offenses following judgments made by specific judges., etc
- Economy:
 - Average tax payment figures before individuals apply for a bank loan.
 - Date of loan application and bank officer identification.
 - Loan approval dates and credit officer identification.
 - Annual changes in average tax payments by individuals after receiving loans facilitated by specific credit officers., etc

Data Storage and Integrity

The collected data is stored in a secure, centralized database to ensure accessibility and transparency for analytical purposes. A critical aspect of the system is maintaining raw, unprocessed data. Presenting data in its original form avoids manipulation and prevents the creation of misleading statistical interpretations. Statistical processing, if necessary, should be conducted using standardized and transparent methodologies to maintain integrity. By prioritizing original data over pre-analyzed statistics, the system safeguards against the potential distortion of reality, fostering trust and reliability in governance processes.

Automated Data Processing

Data processing is conducted using artificial intelligence (AI) and machine learning (ML), which perform the following tasks:

1. **Trend Analysis:** AI identifies patterns in statistical and time-series data, revealing trends over short and long periods.
2. **Correlation Discovery:** The system uncovers relationships between the activities of specific professionals and changes in key indicators, such as life expectancy and quality of life metrics.
3. **State Reporting and Predictive Modeling:** Reports on current conditions are generated, and the likely impact of proposed actions is forecasted.

The automated approach eliminates the human factor from data analysis, thereby minimizing the risk of bias. Additionally, opposition groups are granted access to develop their own data processing tools, statistical algorithms, and AI systems. This allows for competition between ideas based on objective data, fostering an environment of innovation and transparency.

Measuring the Competence of Specialists

The value of a professional lies not only in their specific expertise but also in their ability to oversee and assess the competence of narrow specialists, many of whom may eventually be replaced by robots. In such a scenario, these professionals will focus on identifying the most effective robotic systems for specific tasks. For instance:

- In healthcare, general practitioners (GPs) represent this versatile role.
- In education, it is mentors.
- In security, judges play the central role.
- In economics, credit officers take precedence.

Transition to Open Elections

Replacing corrupt, closed election systems with open, transparent ones paves the way for evaluating voter competence. This would mean that a single voter would no longer represent one vote but would instead influence election outcomes based on their voter rating.

Objective Metrics for Competence Evaluation

The competence of public servants and specialists is assessed using the following objective metrics:

1. **Life Expectancy:** A core indicator reflecting the overall intellectual and material well-being of society.
2. **Birth Rate:** A measure of economic stability and the population's welfare.

3. Violent Deaths and Suicides: Indicators of public safety and the psychological health of society. These parameters are tracked dynamically and correlated with the activities of specific officials overseeing relevant areas.

Linking Actions to Outcomes

Establishing positive or negative correlations between an official's actions and shifts in these indicators enables an objective evaluation of their performance. This method ensures transparency and accountability in determining their career trajectory, rewarding effective governance while addressing underperformance objectively.

Practical Implementation

To implement the system, the following steps are essential:

1. Establishing a Legal Framework - Develop legislation governing the collection, storage, and usage of data. This framework should ensure data security, protect citizens' privacy, and define the scope of its application in governance.
2. Investing in Infrastructure - Allocate resources to build secure data storage systems and develop sophisticated algorithms for analysis. This includes the physical infrastructure and software solutions for data processing and management.
3. Assembling Multidisciplinary Teams - Form teams combining experts in governance, data analysis, and IT to ensure the system is designed and implemented effectively. These teams will also be responsible for maintaining the system and addressing challenges during its operation.
4. Conducting Pilot Projects - Test the system in selected regions or sectors to evaluate its effectiveness and identify areas for improvement. Pilot programs provide valuable insights before full-scale implementation.

Advantages of the Approach

1. Transparency - Citizens can access data and analysis results, ensuring openness in the evaluation of government performance.
2. Objectivity - By relying on data-driven analysis, the system minimizes the impact of subjective opinions in assessing the effectiveness of officials.
3. Increased Trust - Society is assured that governance effectiveness is measured through objective metrics, fostering confidence in government processes.
4. Adaptability - The system can quickly identify problem areas and implement necessary changes, enabling a proactive approach to addressing societal challenges.

Data-Driven Decision-Making: An Innovative Approach

One of the key elements of the proposed system is a decision-making process based on data analysis. Unlike traditional approaches, where decisions often rely on intuition, subjective assessments, or political agendas, this new model aims to algorithmically structure decision-making, ensuring transparency, justification, and maximum efficiency.

Stages of Decision-Making

1. **Data Collection and Aggregation** - The first stage involves gathering data from various sources, including government databases, statistical agencies, healthcare institutions, educational organizations, economic departments, and monitoring systems such as satellites, surveillance cameras, and online platforms.

Data is categorized into:

- **Operational Data:** Real-time information, such as daily crime rates in a region. These metrics are used for short-term forecasting or competency evaluation.
- **Strategic Data:** Long-term indicators like life expectancy trends, economic shifts, and demographic changes, aiding mid-term projections or evaluations.
- **Event-Based Data:** Key incident records, such as births or deaths, used for long-term competency assessments or predictions.

This data is aggregated in a centralized database, eliminating duplication and enhancing accuracy for subsequent analysis.

2. **Automated Analysis and Problem Identification** - Once collected, data is analyzed using machine learning (ML) and artificial intelligence (AI) algorithms. These technologies enable the system to:
 - **Identify Patterns:** For example, the correlation between general practitioners' expertise and life expectancy improvements.
 - **Predict Decision Impacts:** Projecting outcomes of increased funding for a specific social program.
 - **Detect Anomalies:** Highlighting sudden spikes in violent deaths in a particular region.

Priority issues requiring immediate attention are compiled at this stage.

3. **Scenario Development** - AI generates multiple scenarios for addressing the identified problems, modeling their potential outcomes. Each scenario is evaluated based on:
 - **Short-Term Effects:** Immediate changes following implementation.
 - **Long-Term Consequences:** Impacts on key indicators over 5, 10, or more years.
 - **Risks and Side Effects:** For instance, increased taxation might reduce household incomes.

Scenarios are accompanied by analytical reports, visual aids, and predictive metrics.

4. **Optimal Scenario Selection** - Scenario selection is guided by multiple criteria:

- Target Indicators: Which scenario maximizes improvements in life expectancy, birth rates, and reductions in violent deaths?
- Economic Efficiency: What resources are required for implementation?
- Social Support: How many citizens back the proposed measures (based on public opinion analysis)?

Decisions are not finalized manually but are assigned quantitative ratings using a ranking system. The approved scenario is either confirmed by a human specialist or returned for revision with AI-generated adjustments. Opposition groups can access these decisions online and contest them, proposing alternative solutions via their own AI systems.

5. Decision Implementation and Monitoring - Once an optimal scenario is selected, it is handed over to the relevant authorities for implementation. This stage emphasizes:
 - Execution Monitoring: Real-time tracking of implementation progress.
 - Effectiveness Assessment: Algorithms compare expected results with actual outcomes, quickly identifying deviations.
 - Adaptive Adjustments: If the measures fail to achieve desired effects, the scenario is revisited and adapted accordingly.

Advantages of the Algorithmic Approach

1. Objective Decisions - Removes subjective biases and human predispositions.
2. Transparency - Every stage—from data analysis to scenario selection—is documented and accessible for scrutiny.
3. Flexibility - Decisions can be adapted dynamically in response to emerging challenges or new data.
4. Rapid Response - Problems are quickly identified, and solutions are generated without delay.

Example: Addressing a Surge in Violent Deaths

Suppose a region experiences a sharp increase in violent deaths. The decision-making process might unfold as follows:

1. Problem Identification - The system detects the rise based on operational police data.
2. Analysis and Diagnosis - AI analysis reveals that the cause is reduced law enforcement personnel in high-risk areas.
3. Scenario Development - Three scenarios are proposed:
 - Increase police presence in affected neighborhoods.
 - Implement rehabilitation programs for high-risk individuals.
 - Boost funding for prevention initiatives.

4. Scenario Selection - Based on predictive models, the scenario with the most promising outcomes is chosen and implemented.
5. Monitoring and Adjustment - Real-time tracking ensures measures are effectively applied, with corrections introduced as needed to optimize results.

This structured, data-driven approach ensures decisions are not only evidence-based but also transparent, adaptable, and impactful.

Discussion

Modern technologies, including big data, artificial intelligence, and automated decision-making systems, offer significant opportunities for improving public administration. However, their implementation requires thorough analysis of risks, ethical aspects, and technological and social challenges.

Potential Advantages

1. Error Reduction and Increased Efficiency - Data-driven systems can minimize human errors, enhancing the precision and speed of decisions. For example, analyzing medical data can identify resource shortages in hospitals long before they become critical.
2. Elimination of Bias - Data can remove the subjectivity inherent in traditional processes. An example is the evaluation of officials' performance based on measurable outcomes rather than subjective reports or personal preferences of leadership.
3. Crisis Prediction - Machine learning models can forecast crises such as crime surges or disease outbreaks, enabling governments to take preventive measures.

Ethical and Social Challenges

1. Privacy and Data Protection - The total collection of data, especially from citizens' private lives, raises concerns about confidentiality. Can governments guarantee that this data will not be used for surveillance or discrimination? Strict regulations limiting data use to public interests, along with encryption and anonymization, are essential.
2. Algorithmic Bias - Artificial intelligence is trained on historical data, which may contain inaccuracies, bias, or discrimination. This could reinforce existing inequalities. Independent experts should oversee algorithm development and test them for fairness.
3. Dehumanization of Governance - Automated decision-making systems may overlook humanitarian aspects. For instance, statistically justified decisions to cut funding for specific sectors might be socially unacceptable. Automation must be paired with human oversight to consider moral and ethical factors.

Organizational and Technical Barriers

1. Infrastructure Costs - Building data collection, storage, and analysis systems requires significant financial and technological resources. Phased implementation, starting with pilot regions or sectors where data is already available, is recommended.
2. Data Integration - The complexity of integrating data from various fields, such as healthcare, education, and law enforcement, arises from differences in storage standards and data formats. Developing unified data exchange standards is a crucial step in system implementation.
3. Resistance within the System - Government officials and bureaucrats might perceive the new system as a threat to their positions due to increased transparency. Overcoming this resistance requires a motivation system, including training, career growth, and participation in developing new processes.

Measuring System Success

1. Objective Metrics - The system should rely on clear indicators to measure the success of its implementation:
 - Reduction in corruption, including nepotism.
 - Increases in life expectancy and birth rates.
 - Reduction in violent deaths and suicides.
2. Assessment of Long-Term Consequences - Some decisions may have delayed effects that become evident only years later. For instance, changes in educational policies affect society over decades. Models capable of considering the long-term consequences of decisions need to be developed.

Global Context

There are already successful examples of data-driven governance worldwide:

- Estonia: E-government with a transparent data processing system.
- China: Utilization of big data and AI to monitor and predict social behavior (social credit system).
- Singapore: Analytics for forecasting crime growth and disaster prevention.

However, it is crucial to consider the cultural, political, and legal specificities of each country. How universal are the models implemented in other countries, and how can they be adapted to local conditions?

Conclusion

Decision-making automation in public administration offers significant prospects for improving efficiency, transparency, and accountability. However, it is essential to address not only technological aspects but also ethical, social, and organizational challenges. A balanced approach combining AI capabilities with human experience can help build a sustainable and fair governance system for the benefit of citizens. Humanity is ceasing to reproduce and faces extinction, much like the Neanderthals. Progressive societies are seeking solutions through technologies for unlimited living space, nutrition, health, and rejuvenation. While issues with space, food, and health are nearly solvable based on existing scientific and technological advances, eternal youth remains a subject of debate and theoretical exploration. Recently, theoretical research yielded an undeniable logical result: aging is caused by entropy accumulation (Hayflick, 2021), specifically due to the selective accumulation of the oldest centrioles in stem cells (Tkemaladze et al., 2001–2024). While science works on turning this theoretical achievement into technology, society and governments should prepare for "post-humans" with indefinite lifespans, becoming smarter and more efficient. The use of technologies for total data collection and processing in public administration opens new perspectives for increasing efficiency and transparency. Evaluating officials based on objective metrics, such as life expectancy, birth rates, and violent death rates, will minimize corruption and improve governance quality. Interestingly, the U.S. President elected in 2024, Donald Trump, plans to establish a Department of Efficiency, with Elon Musk as its leader (Trotta, 2024). Trump also intends to appoint Jim O'Neill, former president of the SENS Research Foundation, as Secretary of Health (Garth, 2024). This appointment may reflect the emphasis on increasing life expectancy as a measure of government officials' effectiveness. The future of governance lies in integrating technologies and objective data into decision-making processes, extending human competence beyond AI through enhanced life quality and longevity.

References:

1. Chichinadze, K., Lazarashvili, A., & Tkemaladze, J. (2013). RNA in centrosomes: structure and possible functions. *Protoplasma*, 250(1), 397-405.
2. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). A new class of RNAs and the centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology*, 2(4), 287-291.
3. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). Discovery of centrosomal RNA and centrosomal hypothesis of cellular ageing and differentiation. *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids*, 31(3), 172-183.
4. Chichinadze, K., Tkemaladze, D., & Lazarashvili, A. (2012). New class of RNA and centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 25(1), 23-28.
5. Chichinadze, K. N., & Tkemaladze, D. V. (2008). Centrosomal hypothesis of cellular aging and differentiation. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 21(3), 367-371.

6. Garth E. (2024). Trump nominates Jim O'Neill as Deputy Secretary of Health. <https://longevity.technology/news/trump-nominates-jim-oneill-as-deputy-secretary-of-health/>
7. Hayflick, L. (2021). The greatest risk factor for the leading cause of death is ignored. *Biogerontology*, 22(1), 133-141.
8. Jaba, T. (2022). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration yields senolytic effect in humans. *Issues and Developments in Medicine and Medical Research Vol. 2*, 22-31.
9. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Abastumani Resort: Balneological Heritage and Modern Potential. *Junior Researchers*, 2(2), 126–134. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.12>
10. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Microelementoses - history and current status. *Junior Researchers*, 2(2), 108–125. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.11>
11. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). The planaria *Schmidtea mediterranea* as a model system for the study of stem cell biology. *Junior Researchers*, 1(1), 194–218. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.20>
12. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). Comparative Analysis of drugs that improve the Quality of Life and Life Expectancy. *Junior Researchers*, 1(1), 184–193. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.19>
13. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Balneology in Georgia: traditions and modern situation. *Junior Researchers*, 2(2), 78–97. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.09>
14. Lezhava, T., Monaselidze, J., Jokhadze, T., Kakauridze, N., Khodeli, N., Rogava, M., Tkemaladze, J., ... & Gaiozishvili, M. (2011). Gerontology research in Georgia. *Biogerontology*, 12, 87-91. doi: 10.1007/s10522-010-9283-6. Epub 2010 May 18. PMID: 20480236; PMCID: PMC3063552
15. Matsaberidze, M., Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Chichinadze, K., & Tkemaladze, J. (2017). TO TOPOLOGY OF ANTI-TERRORIST AND ANTI-CRIMINAL TECHNOLOGY FOR EDUCATIONAL PROGRAMS. *International Journal of Terrorism & Political Hot Spots*, 12.
16. Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Matsaberidze, M., Chkhartishvili, L., Chichinadze, K., Tkemaladze, J., ... & Azmaiparashvili, Z. (2019). SYSTEM COMPONENTS OF HEALTH AND INNOVATION FOR THE ORGANIZATION OF NANO-BIOMEDIC ECOSYSTEM TECHNOLOGICAL PLATFORM. *Current Politics and Economics of Russia, Eastern and Central Europe*, 34(2/3), 299-305.
17. Tkemaladze, J. (2024). Elimination of centrioles. *Georgian Scientists*, 6(4), 291–307. doi: <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.25>
18. Tkemaladze, J. (2024). The rate of stem cell division decreases with age. *Georgian Scientists*, 6(4), 228–242. doi: <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.21>
19. Tkemaladze, J. (2024). Absence of centrioles and regenerative potential of planaria. *Georgian Scientists*, 6(4), 59–75. doi: <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.08>
20. Tkemaladze, J. (2024). Main causes of intelligence decrease and prospects for treatment. *Georgian Scientists*, 6(2), 425–432. doi: <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.02.44>

21. Tkemaladze, J. (2024). Cell center and the problem of accumulation of oldest centrioles in stem cells. *Georgian Scientists*, 6(2), 304–322. doi: <https://doi.org/10.52340/gS.2024.06.02.32>
22. Tkemaladze, J., & Samanishvili, T. (2024). Mineral ice cream improves recovery of muscle functions after exercise. *Georgian Scientists*, 6(2), 36–50. doi: <https://doi.org/10.52340/gS.2024.06.02.04>
23. Tkemaladze J. Editorial: Molecular mechanism of ageing and therapeutic advances through targeting glycative and oxidative stress. *Front Pharmacol.* 2024 Mar 6;14:1324446. doi: 10.3389/fphar.2023.1324446. PMID: 38510429; PMCID: PMC10953819.
24. Tkemaladze, Jaba and Kipshidze, Mariam, Regeneration Potential of the Schmidtea Mediterranea CIW4 Planarian. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4633202> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4633202>
25. Tkemaladze, J. (2023). Is the selective accumulation of oldest centrioles in stem cells the main cause of organism ageing?. *Georgian Scientists*, 5(3), 216–235. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.22>
26. Tkemaladze, J. (2023). Cross-senolytic effects of dasatinib and quercetin in humans. *Georgian Scientists*, 5(3), 138–152. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.15>
27. Tkemaladze, J. (2023). Structure and possible functions of centriolar RNA with reference to the centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 156–170. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.17>
28. Tkemaladze, J. (2023). The centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 123–141. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.15>
29. Tkemaladze, J. (2023). Reduction, proliferation, and differentiation defects of stem cells over time: a consequence of selective accumulation of old centrioles in the stem cells?. *Molecular Biology Reports*, 50(3), 2751–2761.
30. Tkemaladze, J. Long-Term Differences between Regenerations of Head and Tail Fragments in Schmidtea Mediterranea Ciw4. Available at SSRN 4257823.
31. Tkemaladze, J., & Apkhazava, D. (2019). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration improves physical capacity in human. *J Biomedical Sci*, 8(3), 3.
32. Tkemaladze, J., Tavartkiladze, A., & Chichinadze, K. (2012). Programming and Implementation of Age-Related Changes. In *Senescence*. IntechOpen.
33. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2010). Centriole, differentiation, and senescence. *Rejuvenation research*, 13(2-3), 339–342.
34. Tkemaladze, J. V., & Chichinadze, K. N. (2005). Centriolar mechanisms of differentiation and replicative aging of higher animal cells. *Biochemistry (Moscow)*, 70, 1288–1303.
35. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2005). Potential role of centrioles in determining the morphogenetic status of animal somatic cells. *Cell biology international*, 29(5), 370–374.
36. Trotta D., & Beech E. (2024). Trump names Elon Musk to lead government efficiency drive. <https://www.reuters.com/world/us/trump-says-elon-musk-vivek-ramaswamy-will-lead-department-government-efficiency-2024-11-13/>

37. Прангишвили, А. И., Гаситашвили, З. А., Мацаберидзе, М. И., Чичинадзе, К. Н., Ткемаладзе, Д. В., & Азмайпарашвили, З. А. (2017). К топологии антитеррористических и антикриминальных технологий для образовательных программ. В научном издании представлены материалы Десятой международной научно-технической конференции «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016)» по следующим направлениям:• Проблемы управления развитием крупномасштабных систем, включая ТНК, Госхолдин-ги и Гос-корпорации., 284.
38. Ткемаладзе, Д., Цомаиа, Г., & Жоржوليани, И. (2001). Создание искусственных самоадаптирующихся систем на основе Теории Прогноза. Искусственный интеллект. УДК 004.89. Искусственный интеллект. УДК 004.89.
39. Чичинадзе, К., Ткемаладзе, Д., & Лазарашвили, А. (2012). НОВЫЙ КЛАСС РНК И ЦЕНТРОСОМНАЯ ГИПОТЕЗА СТАРЕНИЯ КЛЕТОК. Успехи геронтологии, 25(1), 23-28.



სამეცნიერო მიმართულება: მცენარეთა მრავალფეროვნების კვლევა, კონსერვაცია და გონივრული გამოყენება

ქართული ხორბალი და მისი მოხმარების სოციალურ-კულტურული ასპექტები:

სტატია გამოიცემა ბათუმის საერთაშორისო კონფერენციის - "ბიომრავალფეროვნების ცალკეული კომპონენტის შესწავლა, დაცვა, შენარჩუნება, გონივრული გამოყენება" ფარგლებში.

შოშიტაშვილი ნოდარი¹; ჩხუტიაშვილი გულნარი²

¹ისტორიის დოქტორი, საქართველოს პარლამენტის ეროვნული ბიბლიოთეკა

nodar_shoshitashvili@yahoo.com +995 577 500 573; ²სოფლის მეურნეობის დოქტორი,

საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, cgulnara@gmail.com
+995 599 201 334

რეზიუმე

საქართველო უძველესი სამიწათმოქმედო ცენტრია. ველური ხორბლის გაკულტურების ერთერთი კერა წინა აზიასთან ერთად კავკასია და საქართველოა. საქართველოში არსებულმა პირველადმა სახეობებმა ახსნა ხორბლის გვარის ფილოგენეზი და დაამტკიცა ის ფაქტი, რომ ხორბლის სახეობათა მრავალფეროვნებით ხასიათდება მხოლოდ საქართველო.

საქართველოს პრიორიტეტს კულტურული ხორბლის გაჩენაში, ადასტურებს როგორც არქეოლოგიური მონაპოვარი, ისე აგრიკულტურის ეთნოგრაფიული და სხვა მონაცემები და კვლევები. ამასვე ადასტურებს ის გარემოება, რომ ათასწლეულების განმავლობაში ქართველი ხალხის სამეურნეო ყოფაში უკანასკნელ დრომდე ფუნქციონირებდა როგორც ხელით სამუშაო სამიწათმოქმედო სამეურნეო იარაღების, ისე სახვნელი საშუალებების დიდი მრავალფეროვნება, განვითარების დინამიკაში უმარტივესიდან რთულისაკენ.

ქვემო ქართლში წარმოებული არქეოლოგიური გათხრების შედეგად ე. წ. „გადაჭრილ გორაზე“ აღმოჩნდა ძვ. წ. VI ათასწლეულის კარბონირებული ხორბლის მარცვლები, ასე რომ, რვა ათასი წლის წინ ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიაზე დაწყებული ქართული ხორბლის თესვა-მოყვანა უწყვეტად გრძელდებოდა და ამ საქმიანობას აქაური მოსახლეობა დღესაც გულმოდგინედ ეწევა.

საქართველოში ხორბლის კულტურის გავრცელების და ტრადიციების გაგრძელებასთან დაკავშირებით განხორციელებულ ეთნოგრაფიულ ექსპედიციებში დაფიქსირებული მასალა ცხადყოფს, - მიუხედავად იმისა რომ გასული საუკუნის სამოციანი წლებიდან საქართველოში ინტენსიურად შემოდის უხვმოსავლიანი ე. წ. ინდუსტრიული ხორბალი, ენდემური და ადგილობრივი ქართული ხორბლის თესვა-მოყვანის ტრადიცია თუმცა შესუსტდა, მაგრამ არასოდეს შეწყვეტილა და დღესაც მისდევნ მის მოყვანას. არათუ მისდევნ, რიგი

თვისებრივი უპირატესობის გამო, მათზე და მათ ნამზადზე მოთხოვნილება საზოგადოებაში უფროდაუფრო იზრდება.

ხორბალთან დაკავშირებულმა სპეციალურმა ექსპედიციებმა დაადასტურა, რომ ენდემური და ადგილობრივი ჯიშები ითესება საქართველოს თითქმის ყველა კუთხეში. მათ შორის ყველაზე ერთგულად ჩვენი ქვეყნის აღმოსავლეთის მთასთან ერთად რიტუალური და საწესო ხორბლის ნაწარმი, ტრადიციული წეს-ჩვეულებების დაყენება-ჩატარება და მათში მონაწილეობა განსაკუთრებით საქართველოს მთიანმა კუთხეებმა, გამორჩეულად სვანეთმა შემოინახა.

სასიამოვნოა ის ტენდენცია, რომ ჯერ ერთი, წინაპართაგან გადმოცემული ტრადიციები გრძელდება და მეორეც ის, რომ საზოგადოების განწყობა და სურვილია, რიტუალური ნამზადის ცხოვისას გამოიყენონ ქართული ხორბალი. კერძოდ, ენდემურიც, ადგილობრივიც და სულაც რამდენიმე ათწლეულის წინ საქართველოში სელექციის გზით მიღებულიც. დაბოლოს, ჩვენს თვალწინ, ყოველდღიურ ყოფაში ხდება ამ ტრადიციათა გადაცემა, ტრანსმისია მოზარდი თაობისადმი ინტერაქტივით, პრაქტიკული და მენტალური ჩვევების გათავისებით.

საკვანძო სიტყვები: ხორბალი, ისტორია, ტრადიცია, გამოყენება.

შესავალი. სამეცნიერო საზოგადოება შეთანხმებულია იმაზე, რომ საქართველო უძველესი სამიწათმოქმედო ცენტრია. ველური ხორბლის გაკულტურების ერთ-ერთი კერა წინა აზიასთან ერთად კავკასია და საქართველოა. (ვაგილოვი 1932; ბერნალი 1956; მენაბდე 1950; ჩიტაია 1997; ჯალაბაძე 1986; სადუნიშვილი 2021).

მეზობელ ქვეყნებთან ერთად საქართველოს პრიორიტეტს კულტურული ხორბლის გაჩენაში, ადასტურებს როგორც არქეოლოგიური მონაპოვარი, ისე აგრიკულტურის ეთნოგრაფიული და სხვა მონაცემები და კვლევები. ამასვე ადასტურებს ის გარემოება, რომ ათასწლეულების განმავლობაში ქართველი ხალხის სამეურნეო ყოფაში უკანასკნელ დრომდე ფუნქციონირებდა როგორც ხელით სამუშაო სამიწათმოქმედო სამეურნეო იარაღების, ისე სახვნელი საშუალებების დიდი მრავალფეროვნება, განვითარების დინამიკაში უმარტივესიდან რთულისაკენ (ჩიტაია 1997; ჯალაბაძე 1960; ბრეგაძე 2004).

პირველად, აკად. ივ. ჯავახიშვილმა გამოთქვა აზრი იმის შესახებ, რომ საქართველო სახვნელი იარაღების ცოცხალი მუზეუმი (ჯავახიშვილი 1986). შემდგომმა მკვლევარებმა საფუძვლიანი გამოკვლევების შედეგად ნათლად დაადასტურეს აღნიშნული მოსაზრება (ჩიტაია 1986).

საქართველოს ერთ-ერთ რეგიონში, ქვემო ქართლში წარმოებული არქეოლოგიური გათხრების შედეგად ე. წ. „გადაჭრილ გორაზე“ აღმოჩნდა ძვ. წ. VI ათასწლეულის კარბონირებული ხორბლის მარცვლები, რომლებიც ამჟამად დაცულია საქართველოს ეროვნულ მუზეუმში. ასე რომ, რვა ათასი წლის წინ ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიაზე დაწყებული ქართული ხორბლის თესვა-მოყვანა უწყვეტად გრძელდებოდა და ამ საქმიანობას აქაური მოსახლეობა დღესაც გულმოდგინედ ეწევა.

დღევანდელ აგრიკულტურულ მეცნიერებაში გაზიარებულია ის მოსაზრება, რომ მსოფლიოში აღწერილი კულტურული ხორბლის სახეობებიდან ხუთი საქართველოს ენდემია, ესენია: ჩელტა ზანდური - *T. timopheevii* Zhuk.; კოლხური ასლი - *T. georgicum* Dekapr. & Men.; დიკა - *T. carthlicum* Nevski; ჰექსაპლოიდური ზანდური - *T. zhukovskyi* Men. & Eriz.; მახა - *T. macha* Dekapr. & Men. (ნასყიდაშვილი პ. 1983).

საქართველოში ხორბლის გაკულტურების პროცესის ერთ-ერთი მაჩვენებელია რაჭა-ლეჩხუმში შემორჩენილი ნახევრად ველური პურეულის სახეობა მახა და ზანდური. აკად. გ. ჩიტაიამ ყურადღება მიაქცია იმ გარემოებას, რომ ზანდურის მოსავლის აღება ხდებოდა არა ჩვეულებრივი წესით, ნამგლით, როგორც ყველა სხვა ყანებში, არამედ უხსოვარი დროიდან შემორჩენილი სამეურნეო იარაღით - შნაკვი. შნაკვი ერთი შეხედვით მარტივი, მაგრამ საჭიროებისთვის იდეალურად მისადაგებული სამკალ-საკრეფი ხელსაწყოა. იგი შედგება ნახევარ მეტრამდე სიგრძის სუფთად გათლილი ორი ჯოხისაგან, რომლებიც ბოლოში საბელით მოძრავადაა გადაბმული, ბოლოში კი გაშლილია. მომკელი ჯოხებით თავს უყრის თავთავების გარკვეულ რაოდენობას და გვერდზე გადაწევ-გადატეხვით კალათში აგროვებს. ეს მეთოდი გამორიცხავს ზანდურის კილში სუსტად განთავსებული მარცვლის მიწაში ჩაპნევას (ჩიტაია 1997).

ხორბლის ენდემურ სახეობებს საუკუნეების განმავლობაში მიემატა ხალხური სელექციით მიღებული ხორბლის ადგილობრივი (აბორიგენული) ჯიშები და ჯიშ-ჰოპულაციები. უპირველესად დოლის პურის სხვადასხვა ვარიაციები. კერძოდ: ახალციხის წითელი დოლის პური; ქართლის თეთრი დოლის პური; კორბოულის დოლის პური; ადგილობრივი წითელი დოლი; ასევე - ლაგოდების გრძელთავთავა; ხულუგო; იფქლი; შავფხა და მრავალი სხვა.

ხორბლის ნაწარმის ტრადიცია და თანამედროვეობა. საქართველოში ხორბლის კულტურის გავრცელების და ტრადიციების კვლევასთან დაკავშირებით განხორციელებულ ეთნოგრაფიულ ექსპედიციებში დაფიქსირებული მასალა ცხადყოფს - მიუხედავად იმისა, რომ გასული საუკუნის დაახლოებით სამოციანი წლებიდან საქართველოში ინტენსიურად შემოდის უხვმოსავლიანი ე. წ. ინდუსტრიული ხორბალი, ენდემური და ადგილობრივი ქართული ხორბლის თესვა-მოყვანის ტრადიცია თუმცა შესუსტდა, მაგრამ არასოდეს შეწყვეტილა და დღესაც მისდევნ მის მოყვანას. არათუ მისდევნ, რიგი თვისებრივი უპირატესობის გამო, მათზე და მათ ნამზადზე მოთხოვნილება საზოგადოებაში უფროდაუფრო იზრდება. აღნიშნული მოთხოვნილება იწვევს მათი ფართობების და გავრცელების მიკროზონების არეალის ზრდას, კონკრეტული მეწარმე ფერმერების დაინტერესებას.

არსებული ტენდენციის მიზეზებია ქართული ხორბლის ღირსებების გააზრება-გაცნობიერება ადამიანთა ჯანმრთელობის თვალსაზრისით, მარგებლიანობით, გემოვნური თვისებებითა და სურნელოვნებით.

მართლაც, მართებულად აღნიშნავდა მკვლევარი ნ. ბრეგაძე, როდესაც აფიქსირებდა ქართული ხორბლის ღირსებებს - „ხორბლეულის მდიდარი სახეობრივი შემადგენლობის შემგუებლობა საქართველოს მიკროზონების ადგილობრივ ბუნებრივ პირობებთან (ყინვა და ყინვაგამძლეობა), ავადმყოფობათა და მავნებლებთან მიმართ იმუნიტეტი,

მაღალმოსავლიანობა, მარღვიანობა, გამწევი ცომი, საუცხოო გემო და სურნელი“ (ბრეგაძე 2004). პურეულისადმი საკრალური გამოხატულობის დადასტურებაა ის, რომ ბევრ კუთხეში ხორბლის სინონიმად ტერმინი „წმინდა“ გამოიყენება (ქართლი, ხევსურეთი, ფშავი, ხევი).

ტრადიციული ქართული ხორბლის ღირსებების გათვალისწინებით, დაახლოებით ბოლო მეოთხედი საუკუნეა ახალი სიცოცხლე შეიძინა აღნიშნულმა სფერომ. გამოიკვეთა დაინტერესება სათემო ჯგუფებში, ოჯახებში, ცალკეულ მეხორბლეებში. ამ ტენდენციას ხელი შეუწყო მეხორბლეთა დარგობრივმა ასოციაციებმა, სახელმწიფო და არასამთავრობო ორგანიზაციებმა.

ხორბალთან დაკავშირებულმა სპეციალურმა ექსპედიციებმა დაადასტურა, რომ ენდემური და ადგილობრივი ჯიშები ითესება საქართველოს თითქმის ყველა კუთხეში. ჩამოვთვლით ზოგიერთ მათგანს: უპირველესია საქართველოს „პურის ბელად“ წოდებული შირაქი - დედოფლისწყარო, სიღნაღი; კახეთი (თელავი, საგარეჯო); ქვემო ქართლი (მარნეული, თეთრიწყარო); შიდა ქართლი (მცხეთა, გორი). დიდი ენთუზიაზმით მისდევენ ამ საქმეს თუშური თემები როგორც მთაში (ომალო, შენაქო), ასევე ბარში (ზემო ალვანი); სამცხე-ჯავახეთში (ახალციხე, ასპინძა, ახალქალაქი); დასავლეთ საქართველოში ქართული ხორბლის დიდი ტრადიციები მოუშლელია და გრძელდება რაჭა-ლეჩხუმსა და ქვემო სვანეთში; აღსანიშნავია მოსახლეობის დიდი მონდომება გააფართოვოს ნათესები ზემო სვანეთში (მესტია) და სხვ.

ამ კეთილშობლურ საქმეში დიდი წვლილი შეაქვთ საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს, აკადემიას, სამეცნიერო-კვლევით ცენტრს, ბიოლოგიურ მეურნეობათა ასოციაცია „ელკანას“, თესლმწარმოებელ ფირმა „ლომთაგორას“, ქართული ხორბლის მწარმოებელთა გაერთიანებას.

ქართული ხორბლის ტრადიციების გაგრძელებასა და აღორძინებაში დიდი წვლილი შეაქვს საეკლესიო-სამონასტრო სფეროს წარმომადგენლებს. ისინი თესავენ და მოყავთ ტრადიციული ქართული ხორბალი, რომლის ნაწარმი გამოიყენება როგორც სამონასტრო ცხოვრებაში, ასევე საეკლესიო-სარიტუალო სფეროში. შირაქში დათესილი დოლისპურის და დიკას ფქვილით ახალი შუამთის დედათა მონასტერში ცხვება სეფისკვერები და არტოსი, რომლითაც მთლიანად კმაყოფილდება ალავერდის ეპარქიის მოთხოვნილება. მართალია გურიაში ქართული ხორბლის შედარებით ნაკლები ტრადიცია იყო, მაგრამ ამის მიუხედავად, შემოქმედის ეპარქიას ხორბლის ყანები აქვს კახეთში, რომლის ნაწარმიც გამოიყენება აღნიშნულ ეპარქიაში; ამ თვალსაზრისით უნდა გამოვყოთ აგრეთვე ნატახტრის დედათა მონასტერი, უდეს წმ. ნინოს სახელობის დედათა მონასტერი, ბარაღეთის და სხვა მონასტრები.

აღსანიშნავია ნიკორწმინდის ეპარქია. აქ მოყვანილი ხორბლით გამომცხვარი გულსართიანი სარიტუალო პურით და ამავე ეპარქიაში მოყვანილ-დაწურული უნიკალური წითელი ღვინო „ხვანჭკარის“ თანხლებით ტარდება საეკლესიო და სახალხო დღესასწაულები. ეს შემთხვევა საუკეთესო მაგალითია მოსახლეობის სოციალურ კულტურული ერთობისა, მემკვიდრეობითობისა და ქართული იდენტობის ერთ-ერთი ფორმულის „პურ-ღვინის მაღლის“ საუკეთესო მაჩვენებელია.

მემკვიდრეობითობის თვალსაზრისით არანაკლებ მნიშვნელოვანია აღნიშნული დიდი ტრადიციების ტრანსმისია, მოზარდი თაობის ჩართვა ამ კეთილშობილურ საქმეში, როგორც კერძო მეურნეობებში, ასევე სკოლებში და ამ გზით ტრადიციების გადაცემა და შენარჩუნება.

ხორბლის მოყვანასთან დაკავშირებული სამეურნეო ციკლის უმნიშვნელოვანესი ეტაპებია ხვნა-თესვა, მკა და გალენჯა-დაბინავება. ყველა ეტაპი მეტად შრომატევადია და ტრადიციულად მნიშვნელოვან სოციალურ თანადგომას, კოოპერირებას საჭიროებდა. ხვნის დროს, ასეთი შეამხანაგება საჭირო იყო, განსაკუთრებით დიდი ქართული გუთნით მიწის დამუშავების დროს, რომელშიც 8-9 უღელი ხარ-კამეჩი ებმეოდა. ასეთ შეამხანაგებას, რომელიც სახნავი რესურსების, გამწვევი ძალის გაერთიანებას გულისხმობდა და გუთნის დედა ხელმძღვანელობდა, მოდგამი ეწოდებოდა. მოდგამი გულისხმობდა წილობრივი მონაწილეობის მიხედვით განსაზღვრული ხვნის დღეების ანუ ალოების განაწილებას მეურნე გლეხებს შორის.

ჩვეულებრივ კი ხორბლის აღება ნამგლით ხდებოდა ივლისის თვეში. სწორედ აქედან გამომდინარე ამ თვის ძველი ქართული სახელწოდება მკათათვეა. მოწეული მოსავლის აღება მეტად საპასუხისმგებლო საქმე იყო, ამიტომ იცოდნენ მკაში შეამხანაგება. შრომის ორგანიციის ამ ფორმას მამითადი ეწოდებოდა. ოჯახის მამაკაცების გარდა მასში ძირითადად მონაწილეობდა საბიძაშვილო, გვარის წევრები ან სამეზობლოც. ასეთი დახმარება ნაცვალმიგებითი იყო, ოჯახის წევრები, სანაცვლოდ, მათაც ეხმარებოდნენ ყანის აღებაში. გამოცდილი და მარჯვე მომკელი გამორჩეული სახელით სარგებლობდა სოფელში და მკის დროს სწორედ ის იყო „მესვეური“, პირველი სვეს ანუ კვალის პურეულის ამღები.

მომკილი ხორბლის ძნები „ჩაიშლებოდა“ გასალენჯად მომზადებულ ადგილზე, კალოზე და ხარებ შებმული კვერის საშუალებით ილენჯებოდა. ამჟამად, ძირითადად, ყველა ეს პროცესი, სადაც რელიეფი და საყანე ფართობი საშუალებას იძლევა, მექანიზირებულია.

მოწეულ პურეულს ინახავდნენ დასავლეთ საქართველოში სპეციალურ სამეურნეო ნაგებობა ბელში, ხოლო აღმოსავლეთ და სამხრეთ საქართველოში - ბელელში, აგრეთვე მიწაში გამართულ ხაროებსა და ორმოებში. მოწეული ჭირნახული იფქვება ხელსაფქვავეებში (განსაკუთრებით რიტუალური ფაფეულის დასამზადებლად) და წყლის წისქვილებში (შილაკაძე 1985; ბედუკაძე 1960).

ნაშრომის ფორმატი არ იძლევა იმის საშუალებას, რომ უფრო ვრცლად განვიხილოთ ქართული ხორბლის ნამზადის უაღრესად მრავალფეროვანი ასორტიმენტი. ამიტომ, მოკლედ მიმოვიხილავთ და აღვნიშნავთ, რომ ნამზადში უპირველესად იგულისხმება პურის მრავალსახეობა - „პური ჩვენი არსობისა“ სხვა ნამზადთან ერთად ცხვება ე. წ. ვერტიკალურ საცხობში (თონე) და ჰორიზონტალურ საცხობში (ფურნე). ცხვება კერასა და ბუხარში თიხისა და ქვის კეცებში (კეცეული); ცხვებოდა კერაში განთავსებულ ქვის ფილებზეც (კა).

თავდაპირველად ცხვებოდა უსაფუარო პურები - ხმიადები. შემდგომ დაიწყო პურის დედოზე //დედაზე, ანუ ტრადიციულ ხაშზე მომზადებული საფუარიანი ნაწარმის მომზადება. ყველაზე ადრინდელია მრგვალი პური ანუ „გურგვალი“ (გოცირიძე 2007). იგი მთელ საქართველოშია გავრცელებული. პური, ქართლ-კახეთში, ერთი კვირის მარაგად ცხვებოდა და სპეციალურ სათავსში - კიდობანში ინახებოდა. შენახვის ასეთ ხანგრძლივობას აპირობებდა ხორბალში მცირე რაოდენობით შერეული სარეველა მცენარის - მახობელის

მარცვალი, რომელიც პურს მოლურჯო ფერს აძლევდა, ელასტიურობას და სურნელებას მატებდა. კვირის ბოლოს, დაძველებული პურისაგან იცოდნენ ერთგვარი წვნიანი კერძის, „პურის ხარშოს“ დამზადება.

ცხვება აგრეთვე შოთის პური (კახეთი, ქართლი), ლავაში (რიტუალური სუფრისათვის), მცირე ზომის შოთები ლიკანის სახელწოდებით (გოცირიძე 2007). სხვა სახისა იყო მესხური პური სომინი და თითიანი (კოკორა) პურები შუაში დატოვებული ნახვრეტით. ცხვებოდა აგრეთვე სარიტუალო ტკბილი პურები, ნაზუქები და სხვ.

საახალწლო ნამზადია რიტუალური პურების მრავალსახეობა: ბედის და ბარაქის პურები, კაცის ფორმის „ბასილა პური“, მცირე ზომის პურები: ხარის, ძროხის ცურის, ცხვრის, ნამგლის, სახნისის და სხვათა გამოსახულებით; საახალწლო რიტუალური პურები სხვა საახალწლო ნუგბართან ერთად, აუცილებლად ღორის მოხარშულ თავით შუაში, ეწყობა ხის ხონჩაზე ან გობზე. მას ქართლში აბრამიანი ეწოდება და ოჯახის უფროსი, რომელიც ამავე დროს ჯალაბობის მეკვლე იყო, მიუკვლევს, მიულოცავს ოჯახის წევრებს ახალ წელს, ჯანმრთელობას, ხვავსა და ბარაქას უსურვებს. სამეკვლეო „გოგა პური“ ხევსურეთსა და ფშავში, სვანეთში ცხვებოდა დიდი ზომის ჯვრიანი პური სათემო დღესასწაულებისათვის.

ხორბლის ნამზადის დიდი ტრადიცია და მრავალფეროვნებაა გულსართიანი ქადა-ხაჭაპურების ცხოვისა. ხაჭაპური, ყველის გულსართით ქართული კვების სისტემის ერთ-ერთი გამორჩეული ნამზადია, რომელმაც კუთვნილი ადგილი დაიკავა მსოფლიო ხალხური კულინარიის საგანძურში. მრავალფეროვანია მისი სახეობები: იმერული, მეგრული, მესხური (ფურცლოვან-ფენოვანი), თუშური (კოტორი), გურული („ღვეძელი“ კვერცხის დამატებით), აჭარული და სხვ.

მრავალფეროვნებით გამოირჩევა გულსართიანი ნამზადი რაჭაში, რომელსაც როგორც საქართველოს სხვა კუთხეებში, სადაგი დღეების დანიშნულებაც ჰქონდა და რიტუალური ფუნქციაც. ესაა ბაჭულები//ბოხჩუანები ყველის გულსართით, რომელთაც სხვა ხაჭაპურებისაგან განსხვავებით არა მრგვალი, არამედ ოთხკუთხედი ფორმა ჰქონდათ; განატეხები ნიგვზიანი გულით, შეკეცილი//ლობიანი. ეს უკანასკნელი მრავალი სხვა ნამზადის დარად გაცდა კონკრეტული კუთხის საზღვრებს და თავი დაიმკვიდრა ზოგად ქართულ კულინარიაში, განსაკუთრებით ბარბარობის დღესასწაულზე. საქართველოში ლობიოს შემოსვლამდე სხვა პარკოსნებისგან მზადდებოდა, რომელთა სახეობა ოცამდე აღწევს. განსაკუთრებით კი მოიხმარდნენ პარკოსან მცენარე ცულისპირას.

ფენოვანი ქადა-ხაჭაპურებით გამოირჩეული კუთხეა მესხეთი, სადაც აღნიშნული ნაწარმი ღორის ქონის გამოყენებით, ტრადიციულ, მამა-პაპურ ფურნეში ცხვება, ცხოვის პროცესი მთელი რიტუალია. ფორმაც გამორჩეულია, რაჭული ბაჭულების მსგავსად ისიც ოთხკუთხა ფორმისაა.

საქართველოს სხვა კუთხეებშიც ცხვებოდა და ცხვება გულსართიანი ქადეები. ისინი მთისა და ბარის სალოცავებისადმი მიძღვილი დღესასწაულების აუცილებელი ნამზადია. ყველა შემთხვევაში ქადების გული იყო ერბო-კარაქში (შესამლოა ღორის მუცლის ქონიც) მარილთან ერთად მოხალური ხორბლის ფქვილი. სურვილის მიხედვით მოხალვის დროს დაატკობდნენ კიდეც.

საქართველოს კუთხეებს შორის ყველაზე ერთგულად ჩვენი ქვეყნის აღმოსავლეთის მთასთან ერთად, რიტუალური და საწესო ხორბლის ნაწარმი და მისი ტრადიციული რიტუალებისა და წეს-ჩვეულებების დაყენება-ჩატარება, მათში მონაწილეობა, სვანეთმა შემოინახა. აქედან ორი მათგანია უმნიშვნელოვანესი, ლესკარი და ლემზირი. ლესკარი დიდი ზომის ჯვრიანი პურია, რომელიც სათემო დღესასწაულისთვის ცხვება, მაგალითად პეტრე-პავლობისას, „პარპულაშის“ დღესასწაულზე. როგორც ეთნოლოგი როზეტა გუჯეჯიანი აღნიშნავს - „ლესკარი, ლემზირი და სხვა რიტუალური პურები ცხვება ორი დანიშნულებით - ღვთის შესაწირად და მიცვალებულთა სულების მოსახსენიებლად (ჩვეულებრივ, ცხვება იმდენი ლემზირი, რამდენი წევრიც არის ოჯახში“ (გუჯეჯიანი 2014)

დაბოლოს, სასიამოვნოა ის ტენდენცია, რომ ჯერ ერთი, წინაპართაგან გადმოცემული ტრადიციები გრძელდება და მეორეც ის, რომ საზოგადოების განწყობა და სურვილია, რიტუალური ნამზადის ცხოვისას გამოიყენონ ქართული ხორბალი. კერძოდ, ენდემურიც, ადგილობრივიც და სულაც რამდენიმე ათწლეულის წინ საქართველოში სელექციის გზით მიღებულიც. დაბოლოს, ჩვენს თვალწინ, ყოველდღიურ ყოფაში ხდება ამ ტრადიციათა გადაცემა, ტრანსმისია მოზარდი თაობისადმი ინტერაქტივით და პრაქტიკული და მენტალური ჩვევების გათავისებით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ბედუკაძე 1960 - წყლით მბრუნავი წისქვილები არაგვის ხეობაში, თბ., 1960
2. ბერნალი 1956 - ბერნალი ჯ., მეცნიერება და საზოგადოების ისტორია, მ., 1956 (რუსულ ენაზე)
3. ბრეგაძე 2004 - ბრეგაძე ნ., საქართველო მიწათმოქმედების დამოყვადებელი კერა, თბ., 2004, გვ. 331-332
4. გოცირიძე 2007 - გოცირიძე გ., კვების ხალხური კულტურა და სუფრის ტრადიციები საქართველოში, თბ., 2007 გვ. 135-137
5. გუჯეჯიანი 2014 - გუჯეჯიანი რ., სარიტუალო პურების ისტორიიდან სვანეთში, კავკასიის ეთნოლოგიური კრებული, ტ.15, თბ., 2014 გვ. 7-23
6. ვავილოვი 1932 - ვავილოვი ნ., მსოფლიო მიწათმოქმედების წარმოშობის პრობლემები ახალი გამოკვლევების შუქზე, მ.-ლ., 1932 (რუსულ ენაზე)
7. მენაბდე 1950. მენაბდე ვ. საქართველო ხორბლის ძველი კულტურის ქვეყანაა, თბ., 1950
8. ნასყიდაშვილი 1983 - ნასყიდაშვილი პ., სიხარულიძე მ., ჩერნიში ე., ხორბლის სელექცია საქართველოში. თბილისი, თბ., გვ. 13-21
9. რუხაძე 1976 - რუხაძე ჯ., ხალხური აგრიკულტურა დასავლეთ საქართველოში, თბ., 1976
10. სადუნიშვილი 2021 - სადუნიშვილი თ., მაისია ი., ბაცაცაშვილი ქ., სიხარულიძე შ., დარჩიძე თ., საქართველოს აგრარული კულტურა, თბ., 2021

11. შილაკაძე 1985 - შილაკაძე მ., ხელსაფქვავი, საქართველოს ისტორიულ-ეთნოგრაფიული ატლასი, მემონდვრეობა, თბ., 1985, გვ. 113-122
12. ჩიტაია 1997; ჩიტაია გიორგი, კოლხური სამკალი იარაღი- შნაკვი, შრომები, ტ.1, თბ., 1997, გვ. 127.
13. ჩიტაია 1997; ქართული ხალხური სამეურნეო ყოფა და მატერიალური კულტურა, შრომები, ტ. 1, თბ., 1997
14. ჯავახიშვილი 1986 - კავახიშვილი ივანე, საქართველოს ეკონომიკური ისტორია, თხზულებები, ტ. 4, ტ 5 თბ., 1986
15. ჯალაბაძე 1986) ჯალაბაძე გიორგი, მემინდვრეობის კულტურა აღმოსავლეთ საქართველოში, თბ., 1986
16. ჯალაბაძე 1960 ჯალაბაძე გ. აღმოსავლეთ საქართველოს სამიწათმოქმედო იარაღების ისტორიიდან, თბ., 1960



პოსტკოვიდური სინდრომის კოგნიტურ-მნესტიური და ემოციური დისფუნქციის შეფასება - ლიტერატურის კრიტიკული მიმოხილვა

გუჩა კობაიძე; მარინა ჯანელიძე; თამარ საყვარელიძე; შოთა კეპულაძე; სოფიკო ქარცივაძე

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

Covid-19 (კორონავირუსული დაავადება) წარმოადგენს მარტივად გადამდებ მძიმე ინფექციურ დაავადებას, რომელსაც იწვევს კორონავირუსი - 2 (SARS-CoV-2). კოვიდ-19-ით დაავადებულ პაციენტებში ნევროლოგიური სიმპტომების გავრცელების მაჩვენებელი 9.9%-დან 65%-მდე მერყეობს. შესაძლოა, გამოვლინდეს ენცეფალოპათია, მწვავე დისემინირებული ენცეფალომიელიტი, ცერებროვასკულური დაავადებები, ენცეფალიტი, პათოლოგიური დაღლილობა, თავბრუსხვევა, თავის ტკივილი, პერიფერიული ნერვული სისტემის დაზიანებისთვის დამახასიათებელი სიმპტომები, ყნოსვისა და გემოვნების გაუკუღმართება, გილენ-ბარეს სინდრომი, სხვა ნეიროპათიები, ნევრალგია, ბელის დამბლა. ხშირ შემთხვევაში (10-34%), დაავადების მწვავე პერიოდის გასვლის შემდეგ, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, პაციენტებს აღენიშნებათ მრავალი სიმპტომი, რომლებიც მოიცავს სხვადასხვა ორგანოთა სისტემას. ამ სიმპტომების ერთობლიობას ეწოდა პოსტკოვიდური სინდრომი. ნევროლოგიური თვალსაზრისით, ხშირი ჩივილია შფოთვა, კონცენტრირების უნარის დაქვეითება, მარტივად გაღიზიანება, უძილობა, დეპრესია, მეხსიერების დაქვეითება. სამედიცინო სფეროს წარმადგენლები, მსოფლიოს მასშტაბით, ცდილობენ ახსნა მოუძებნონ განვითარებულ ჩივილებს, მოარგონ მკურნალობის სხვადასხვა მეთოდი. მიმდინარეობს სამეცნიერო კვლევები, შეისწავლიან ვირუსის შეჭრის გზებს და შემდეგ სხვადასხვა ორგანოზე მისი მოქმედების გავლენას. Covid-19-მა მნიშვნელოვანი გამოწვევების წინაშე დააყენა მრავალი ქვეყნის ჯანდაცვის სისტემა და დღესაც მთელი მსოფლიოს მასშტაბით საფრთხეს წარმოადგენს. გახანგრძლივებული კოვიდის მქონე პაციენტები საჭიროებენ ექიმების გუნდურ მიდგომას, სხვადასხვა სპეციალისტების ერთიან დაკვირვებას და ხშირ შემთხვევაში, საერთო მკურნალობის სქემის შედგენას.

საკვანძო სიტყვები: კოვიდ-19; ნევროლოგია; დეპრესია; კოგნიტური დისფუნქცია; პოსტ-კოვიდი;

ლიტერატურის კრიტიკული მიმოხილვა

Covid-19 (კორონავირუსული დაავადება 2019) წარმოადგენს მარტივად გადამდებ მძიმე ინფექციურ დაავადებას, რომელსაც იწვევს კორონავირუსი - 2 (SARS-CoV-2).[1] 2019 წლის 31 დეკემბერს ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციამ მიიღო შეტყობინება ჩინეთის ჰუბეის პროვინციაში, ქალაქ ვუჰანში, უცნობი მიკრობული ეტიოლოგიის პნევმონიის შემთხვევების შესახებ. ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციამ მოგვიანებით გამოაცხადა, რომ ამ პაციენტების სინჯების კვლევის შედეგად ბრონქოალვეოლურ ლავაჟის ნიმუშებში გამოვლინდა ახალი კორონავირუსი, მანამდე უცნობი ბეტაკორონავირუსი.[2]

კორონავირუსები გარსიანი რნმ ვირუსების დიდი ოჯახია, რომელთაგან ზოგიერთი იწვევს ავადმყოფობას ადამიანში (მაგ., მძიმე მწვავე რესპირატორული სინდრომი [SARS], შუა აღმოსავლეთის რესპირატორული სინდრომი [MERS]), ხოლო სხვები ცირკულირებენ ძუძუმწოვრებსა და ფრინველებში.[3], [4] იშვიათად, ცხოველის კორონავირუსი გადადის ადამიანებზე, შემდეგ კი ადამიანებს შორის ვრცელდება. ასე მოხდა მძიმე მწვავე და შუა აღმოსავლეთის რესპირატორული სინდრომების გამომწვევი ვირუსების შემთხვევაშიც.[4]

SARS-CoV-2 მიეკუთვნება Sarbecovirus ქვეგვარს, ოჯახს - Coronaviridae, იგი მეშვიდე კორონავირუსია, რომელიც ადამიანებს აინფიცირებს. ვირუსი წააგავს SARS-ის მსგავს კორონავირუსს, რომელიც ღამურებში გვხვდება, თუმცა განსხვავდება SARS-CoV და MERS-CoV ვირუსებისგან. სრული გენომი დადგენილია და გამოქვეყნებულია GenBank-ში. [5]

ვირუსების განვითარების პროცესში ახალი ვარიანტების წარმოქმნა ჩვეულებრივი მოვლენაა. ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაცია და სხვა ჯანმრთელობის ორგანიზაციები აქტიურად აკვირდებიან ვირუსების განვითარებას, არსებულ და ახალ ვარიანტებზე ინფორმაციას პერიოდულად ანახლებენ, კორონა ვირუსის შტამებზე მონიტორინგი კვლავაც გააქტიურებულია. [6]

ეპიდემია სწრაფად განვითარდა და გავრცელდა მსოფლიოს მასშტაბით. ჯანმომ 2020 წლის 30 იანვარს გამოაცხადა საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის საერთაშორისო მასშტაბის საგანგებო მდგომარეობა. პანდემია ოფიციალურად დაიწყო 2020 წლის 11 მარტს.

ინფექციამ დაასწებოვნა მილიონობით ადამიანი, ბევრი შემთხვევა დასრულდა ფატალურად, რამაც გამოიწვია გლობალური პანდემია და მნიშვნელოვნად დააზიანა მსოფლიო ეკონომიკა.

ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემების მიხედვით, მსოფლიოში Covid-19 ის აღრიცხული შემთხვევები 704.7 მილიონზე მეტია, ხოლო ფატალური შემთხვევების რაოდენობა 7 მილიონზე მეტი.[1], [7] აშშ-ში ფიქსირდება ინფიცირებისა და სიკვდილიანობის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი. აშშ-ს შემდეგ ინფიცირების ყველაზე მაღალი რაოდენობა დაფიქსირდა ინდოეთში, საფრანგეთში, გერმანიასა და ბრაზილიაში. დიდ ბრიტანეთში ჩატარებული ერთმომენტური კვლევის თანახმად, ინფექციის ყველაზე მაღალი რისკი ფიქსირდება 40-64 წლის ასაკობრივ ჯგუფში, შემდეგ 75 წელს ზემოთ და 65-74 წლის ასაკობრივ ჯგუფში. ყველაზე მაღალი სიკვდილობა აღინიშნება 80 წელზე უფროს

პაციენტებში. მტკიცებულების თანახმად, ბავშვებს ზრდასრულებთან შედარებით ინფექციის მიმართ ნაკლები მოწყვლადობა აქვთ. შემთხვევების უმეტესობა აღინიშნა ოჯახურ კლასტერებში, ან იმ ბავშვებში, რომელთაც ახლო კონტაქტი ჰქონდათ ინფიცირებულ პაციენტთან. დიდ ბრიტანეთში ჩატარებული პროსპექტული ობსერვაციული კოჰორტული კვლევის თანახმად, ბავშვები და ახალგაზრდები ჰოსპიტალიზებული პაციენტების 0.9%-ს წარმოადგენდნენ.[8], [9]

COVID-19 ჩვეულებრივ ვლინდება ისეთი სიმპტომებით, როგორცაა ცხელება, ხველა, ქოშინი, კუნთებისა და თავის ტკივილი, დაღლილობა, გემოვნების ან ყნოსვის დაკარგვა-დაქვეითება, ყელის ტკივილი, გულისრევა, ღებინება, დიარეა. მიუხედავად იმისა, რომ Covid-19 -ის ძირითადი სამიზნე რესპირატორული სისტემაა, ის ასევე საფრთხეს უქმნის სასიცოცხლოდ ისეთ მნიშვნელოვან ორგანოებს, როგორცაა თავის ტვინი, გული, თირკმელები და სხვა, რამაც შესაძლოა, გამოიწვიოს მულტიორგანული დისფუნქცია და პერმანენტულად სხვადასხვა სამედიცინო გართულება. ეს გართულებები ზოგჯერ ვლინდება ინფექციის გადატანიდან რამდენიმე კვირის შემდეგ და ცნობილია პოსტკოვიდური სინდრომის სახელით. [10]

მწვავე კოვიდისათვის დამახასიათებელი ტიპური სიმპტომოკომპლექსის შემდეგ, (ცხელება, ხველა, ქოშინი, დაღლილობა, გულისრევა/ღებინება, ანოსმია/აგევზია, დიარეა, უპირატესად ინტერსტიციული პნევმონია, გართულებული დისტრეს სინდრომით ან მის გარეშე, მრავალფეროვანი ლაბორატორიული ძვრები), კოვიდინფიცირებული პაციენტების დიდი ნაწილი სრულად გამოჯანმრთელდება. ამასთანავე, ხშირ შემთხვევებში (10-34%) დაავადების მწვავე პერიოდის შემდეგ, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, პაციენტებს აღენიშნებათ მრავალფეროვანი სიმპტომები, რომლებიც მოიცავს სხვადასხვა ორგანოთა სისტემას. ამ სიმპტომების ერთობლიობას ეწოდა პოსტკოვიდური სინდრომი. [11] პოსტკოვიდური სინდრომი პირველად აღწერეს 2020 წლის გაზაფხულზე. კოვიდის პირველი შემთხვევებიდან რამდენიმე ხანში გამოვლინდნენ პაციენტები, რომლებსაც დაავადების მწვავე პერიოდიდან 6-8 კვირის შემდეგ აღენიშნებოდათ კლინიკური სიმპტომოკომპლექსი, რომელიც მოიცავდა დაღლილობას, ქოშინს, ყნოსვისა და გემოვნების დაქვეითებას, გულმკერდის ტკივილს, მიალგიას, კოგნიტურ და ძილის დარღვევებს, შფოთვის, დეპრესიას, მარტივად გაღიზიანებას. ხშირად, სიმპტომები გრძელდება რამდენიმე თვე და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს პაციენტის ცხოვრების ხარისხზე. ჩივილები დაფიქსირებულია ყველა ასაკობრივ ჯგუფში. მიუხედავად მრავალი მცდელობისა, ნევროლოგიური გართულებების ზუსტი პათოგენეზი დღეისათვის უცნობია. [12]

სხვადასხვა კვლევის თანახმად, არსებობს შესაძლებლობა, რომ SARS-CoV-2 იჭრება ადამიანის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში. ცხოველებისა და უჯრედული კულტურების შესწავლის შედეგად, აღინიშნა ნეიროვირულენტობა და ნეიროინვაზიურობა. ამ დროისთვის, ზუსტად არაა განსაზღვრული მექანიზმი, თუმცა არსებობს სავარაუდო გზები: ვირუსის ჰემატოგენური გავრცელება ცერებრალურ ცირკულაციაში და რეტროგრადული დისემინაცია ყნოსვის ბოლქვის მეშვეობით. [13]

In vivo კვლევებმა თავებზე გამოავლინა ვირუსის ცნს-ში გავრცელების ალტერნატიული გზა - რესპირატორული ლორწოვანი გარსიდან ნეიროვასკულური გადაცემით. ჰემატოენცეფალური ბარიერის დაზიანების შემთხვევაში, ვირუსით ინფიცირებული უჯრედები მარტივად შეიჭრება ცნს-ში პერივასკულარული სივრცეების მეშვეობით (Virchow-Robin spaces), ამ სითხით სავსე უბნებში წარმოებს ინტერაქცია ლიმფოციტებსა და მაკროფაგებს შორის, რათა ინიცირდეს იმუნური პასუხი ვირუსული ენცეფალიტის მქონე პაციენტებში. [14]

სხვადასხვა კვლევის შედეგად დადასტურებულია, რომ ანგიოტენზინ- გარდამქმნელი ფერმენტი 2 (ACE2) SARS-CoV-2 ის მნიშვნელოვანი რეცეპტორია. მისი მეშვეობით ხდება ვირუსის უჯრედში შეღწევა. ACE2- ის რაოდენობა მნიშვნელოვნად მაღალი იყო თავის ტვინის გარკვეულ უბნებში: რუხ ნივთიერებაში, პარაკუჭებსა და ქერქში (cortex piriformis-ში). აღინიშნებოდა რეცეპტორის არსებობა ბევრ ნეირონზე, ასტროციტზე, ოლიგოდენდროციტზე. შესაბამისად, SARS-CoV-2-ს შეუძლია, შეიჭრას თავის ტვინის სხვადასხვა ზონაში ჰემატოენცეფალური ბარიერის გადალახვის შემდეგ. [15], [16]

გარდა ACE2-სა, კოვიდის ვირუსს რეცეპტორულ დახმარებას უწევს ტრანსმემბრანული პროტეაზა, სერინი2 (TMPRSS2), ის ამარტივებს უჯრედული მემბრანისა და SARS-CoV-2-ის შერწყმას. ACE2 და TMPRSS2 გამოხატულია ღვიძლში, საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში, გულში, თავის ტვინში, თირკმელსა და სხვა ორგანოებში; ასევე, რუხ ნივთიერებაში, ასტროციტებში, ოლიგოდენდროციტების წინამორბედ უჯრედებში და არანეირონულ უჯრედებში, რომლებიც შეიცავს ყნოსვის ბოლქვის პერიციტებს. [17]

კვლევებმა ასევე აჩვენა, რომ ვირუსს შესაძლოა ჰქონდეს წვდომა ცნს-ზე სპეციალური ნეიროტრანსმიტერული გზების მეშვეობით, მათ შორის სეროტონინერგული სისტემის, რაფეს უჯრედების დახმარებით ან ლიმფური სისტემით გავრცელების ხარჯზე. რამდენიმე კვლევაში აღწერილია ACE2-სა და TMPRSS2-ის არსებობა პერიფერიულ ნერვულ სისტემაშიც თუმცა, მეტად სარწმუნოა, რომ SARS-CoV-2 პირდაპირ იჭრება პერიფერიის სხვა რეცეპტორებთან. აუცილებელია დამატებითი კვლევები ამ ჰიპოთეზების განსამტკიცებლად. [18]

ნევროლოგიური ნიშნებისა და სიმპტომების გამოჩენა ვირუსით ინფიცირების საწყის ეტაპზე შესაძლოა, გამოწვეული იყოს რესპირატორული და მეტაბოლური აციდოზით, ჰიპოქსიით, რაც თავის ტვინში იწვევს მწვავე ან მუდმივ ცვლილებებს. გარდა ამისა, ძლიერი ანთებითი რეაქციის საშუალებით აქტიურდება კოაგულაციის სისტემა, რაც გარდა ცერებრალური ინფარქტისა, იწვევს ფილტვის არტერიის ემბოლიას, ღრმა ვენების თრომბოზს, თირკმლის უკმარისობას. [14]

ნეიროკოვიდის მქონე პაციენტებში ჩატარდა ლიქვორის ანალიზი, სადაც ინახა CD4+T უჯრედების განლევა და დედიფერენცირებული მონოციტების განვითარება.

არსებობს კვლევა, რომლის ფარგლებშიც შეისწავლეს კოვიდის შემდგომი ნევროლოგიური ჩივილებით არსებული 58 პაციენტის ცერებროსპინალური სითხე, ლიქვორი. პაციენტთა 40% ში მომატებული იყო ალბუმინის შემცველობა. შემთხვევათა 11%-ში დაფიქსირდა IgG

ოლიგოკლონური ზოლი. ნევროლოგიური სიმპტომები ასევე შესაძლოა გამოწვეული იყოს “ციტოკინური შტორმით”, იგივე ჰიპერციტოკინემიით. ამ პაციენტებში ნანახია კორელაცია ნევროლოგიურ ჩივილებსა და ლიქვორში მატრიქს მეტალოპროტეინაზას (MMPs) შორის. [17], [19].

მწვავე რესპირატორული ინფექციის გადატანის შემდეგ, ნეიროანთებითი პროცესი რამდენიმე კვირა გრძელდება, რაც იწვევს გახანგრძლივებულ ნეიროკოგნიტურ დისფუნქციას. ნევროლოგიური ჩივილების განვითარება შესაძლოა დაკავშირებული იყოს ციტოკინის გამონთავისუფლების სინდრომთან (CRS), IL6- ის ზრდასთან შრატში და ჰემატოენცეფალური ბარიერის გამტარობის მომატებასთან. ასტროგლიური პროტეინის S100B-ს მომატება ჰიპერალბუმინორაქიასთან ერთად განიხილება, როგორც ჰემატოენცეფალური ბარიერის დისფუნქციის შედეგი. [20], [21]

ლიტერატურაში აღწერილია სუნთქვის ცენტრის დათრგუნვასთან დაკავშირებული შემთხვევები. ამ მიმართულებით, ელექტროფიზიოლოგიურმა კვლევამ დაამტკიცა ტვინის ღეროს ფუნქციური როლი კოვიდ-19 ის მქონე პაციენტებში, მისი წვლილი სუნთქვის უკმარისობასა და შემდგომ დაავადების მიმდინარეობის დამძიმებაში, თუმცა ჯერ კიდევ კითხვის ნიშნის ქვეშაა თავის ტვინიდან გამომდინარე ხდება სუნთქვის გაძნელება თუ პირიქით, სუნთქვის გაძნელება იწვევს ცვლილებებს თავის ტვინში. [22], [23]

კოვიდ-19-ით დაავადებულ პაციენტებში ნევროლოგიური სიმპტომების გავრცელების მაჩვენებელი 9.9%-დან 65%-მდე მერყეობს. მძიმე ნევროლოგიური დისფუნქცია 56 ჰოსპიტალიზირებული ბავშვის 7%-ს აღმოაჩნდა. ვირუსით დასნებოვნებულებს კოვიდის საერთო სიმპტომების გარეშე შესაძლოა, ჰქონდეთ მწვავე ნევროლოგიური გამოვლინება. ამ ვირუსით ინფიცირებულ პაციენტებს უფიქსირდებათ ნევროლოგიური დაავადებების ფართო სპექტრი, როგორცაა: თავის ტკივილი, თავბრუსხვევა, ცნობიერების დაქვეითება, გულყრა, დელირიუმი, ცერებრო-ვასკულური დაავადება, ჰიპოქსიურ-იშემიური ცერებრული დაზიანება, ენცეფალოპათია, ენცეფალიტი. [24], [25]

ვუჰანში ჩატარებული კოჰორტული კვლევის თანახმად, ნევროლოგიური გართულება დაფიქსირდა მძიმე პაციენტების 23.3 %-ში. ჰოსპიტალიზირებული 1261 პაციენტიდან 19.8% ში ფატალური გამოსავლის მიზეზი ნევროლოგიური პრობლემა გახდა. რა თქმა უნდა, ნეიროფიზიოლოგია ძალიან მნიშვნელოვანია ცენტრალური ნერვული სისტემის ჩართულობის აღმოსაჩენად, განსაკუთრებით ინფარქტის, ენცეფალოპათიის, ინტრაკრანიალური სისხლდენის და შეშუპების შემთხვევაში. ლიქვორის ანალიზის ჩატარება კოვიდ პაციენტებში სასარგებლო არაა, თუ არ არის ეჭვი ნეიროანთებით დაავადებაზე, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ენცეფალოპათიის დროს. [26]

ენცეფალოპათია, როგორც თავის ტვინის პათოფიზიოლოგიური პროცესი, ხშირად ვლინდება რამდენიმე საათიდან რამდენიმე დღემდე, შეიძლება განისაზღვროს, როგორც შეცვლილი ქცევა, პიროვნების ცვლილება, ცნობიერების დაქვეითება (მათ შორის დელირიუმი ან კომა). იმისათვის, რომ ენცეფალოპათიის მიზეზად მოვიაზროთ SARS-CoV-2, პირველ რიგში, უნდა

გამოვრიცხვით სხვა ყველა მიზეზი, როგორცაა: სხვადასხვა მედიკამენტი, ჰიპოქსია, მეტაბოლური მექანიზმები, ტოქსინები. [27], [28]

ვუჰანში ჰოსპიტალიზირებული პაციენტების 7% - ში არის აღწერილი კოვიდ-19-ით გამოწვეული ენცეფალოპათია. აღნიშნულია რამდენიმე შემთხვევა შექცევადი ენცეფალოპათიის სინდრომით (PRES), რასაც ახასიათებს ცნობიერების მწვავე დარღვევა, თავის ტკივილი, გულყრა, მხედველობის დარღვევა, სუბკორტიკალური-კორტიკალური ვაზოგენური შეშუპება, რომელიც მოიცავს ორმხრივ კეფისა და თხემის წილებს. არსებობს კავშირი შექცევად ენცეფალოპათიასა და თირკმლის უკმარისობასთან, არტერიული წნევის მერყეობასთან, პრეეკლამფსიასთან, აუტოიმუნურ მდგომარეობასთან, სეფსისთან და იმუნოსუპრესიულ-ციტოტოქსიკურ მედიკამენტებთან. [29]

მწვავე დისემინირებული ენცეფალომიელიტი (ADEM) არის მულტიფოკალური დემიელინირებადი სინდრომი, რომელიც ჩვეულებრივ ვითარდება ინფექციის გადატანიდან რამდენიმე კვირის შემდეგ, ენცეფალოპათიის კეროვანი ნევროლოგიური სიმპტომები თან ახლავს მის ზოგად გამოვლინებას. მიელიტი და ADEM ზოგადად განიხილება, როგორც პოსტინფექციური პრობლემები და მათ სამკურნალოდ უხშირესად გამოიყენება კორტიკოსტეროიდები ან სხვა იმუნოთერაპიული საშუალებები.[30]

აღწერილია კოვიდით გამოწვეული იშვიათი შემთხვევები, მათ შორის ADEM, განივი მიელიტი, ოპტიკური ნეირომიელიტი. გარდა ამისა, Covid 19-ის მქონე პაციენტის ტვინის აუტოფსიზისას აღმოჩნდა მწვავე დისემინირებული ენცეფალომიელიტის მსგავსი პათოლოგია. ყველა აღწერილ შემთხვევაში პაციენტი იყო მამაკაცი. ამ შემთხვევებში დაავადების დიაგნოსტიკისათვის ნაჩვენებია თავის ტვინის მრტ.

შესაძლოა, არსებობდეს კავშირი Covid-19 ით დაავადებულ პაციენტებში განვითარებულ ცერებრულ ინფარქტსა და ჰიპერკოაგულირებად მდგომარეობას შორის, რომელიც დაკავშირებულია სისტემურ ანთებით პროცესთან, თუმცა ამის დიაგნოსტიკა რთულია. სხვადასხვა კვლევა აღწერს ვირუსის პოტენციურ გავლენას ვენურ თრომბოზებსა და დისემინირებულ სისხლძარღვშიდა შედეგებაზე, რაც შემდგომ იწვევს ცერებროვასკულურ პრობლემებს: სისხლდენა, ცერებრალური თრომბოზი. კოვიდ 19-ით ინფიცირებული პაციენტების 2,8-62%- ში დაფიქსირდა ცერებროვასკულური შემთხვევა. [31]

ენცეფალიტი უხშირესად ინფექციით ან ორგანიზმის იმუნური პასუხითაა გამოწვეული. სადიაგნოსტიკოდ ტარდება მრტ, რათა ინახოს არის თუ არა ცვლილებები, ეეგ- ფოკალური აქტივობის გამოსავლენად, ლიქვორის ანალიზი პლეოციტოზის შესაფასებლად. იმ შემთხვევაში, თუ არაა თავის ტვინის ანთების ნიშნები, ენცეფალიტის დიაგნოზი არ დასტურდება მაშინაც კი, თუ ვირუსი ნაჩვენებია ლიქვორის ანალიზში [32].

SARS-CoV-2 ინფექციით გამოწვეული მეორადი ჰიპერანთებითი მდგომარეობისას, ხდება ისეთი ციტოკინების მნიშვნელოვანი გამოთავისუფლება, როგორცაა გრანულოციტების კოლონიის მასტიმულირებელი ფაქტორი (G-CSF) IL-2, IL-6, IL-7, სიმსივნის ნეკროზის ფაქტორი (TNF), თავისუფალი რადიკალები, რომლებიც დაკავშირებული არიან Covid-19- ის

სიმძიმესთან, გამა-ინტერფერონი (IFN- γ), რამაც შესაძლოა შეცვალოს ჰემატოენცეფალური ბარიერის გამტარიანობა და გაააქტიუროს ნეიროანთებითი კასკადი. ასევე, ჰიპოთეტურად დასაშვებია, მოლეკულური მიმიკრიის მსგავსი მექანიზმების წარმოება, რა დროსაც ანტისხეულები წარმოიქმნება გლიური უჯრედებისა და ნეირონების წინააღმდეგ, ეპშტეინ-ბარის ვირუსის, მარტივი ჰერპეს ვირუსი I სა ან იაპონური ენცეფალიტის მსგავსად. ვირუსული ენცეფალიტის სიმპტომებია: შეცვლილი ცნობიერება, უჩვეულო ქცევა, მეტყველების ცვლილება, უნებლიე მოძრაობები, ჰიპერაქტიურობა, სხეულის ტემპერატურის ცვლილება, ასევე ფოკალური ნევროლოგიური სიმპტომები, როგორცაა პარესთეზია, დუნე დამბლა, გულყრა, ჰემიპარეზი. გარდა ამისა, აუტოიმუნური ენცეფალიტი შეიძლება განვითარდეს SARS-CoV-2 ინფექციის მწვავე სტადიის შემდეგ.

ლიტერატურაში აღწერილია ნეკროზული ენცეფალიტის რამდენიმე იშვიათი შემთხვევა, სადაც ერთადერთი გამოვლინება Covid-19 იყო. ნეკროზული ენცეფალიტი გრიპის და სხვა ვირუსული ინფექციების იშვიათი შედეგია, დაკავშირებულია ინტრაკრანიალურ ციტოკინურ შტორმთან, რაც თავისთავად იწვევს ჰემატოენცეფალური ბარიერის დარღვევას, შედეგად ენცეფალიტს. კოვიდ 19-ის მქონე პაციენტებს შესაძლოა, აღენიშნებოდეთ სიმპტომური კრუნჩხვები, რაზეც გავლენას სავარაუდოდ მრავალი ფაქტორი ახდენს, მათ შორის, კორტიკალური გალიზიანება ჰემატოენცეფალური ბარიერის დარღვევის გამო, რაც ციტოკინურ შტორმის საპასუხოდ მიიღება. ჰიპერიმუნური პასუხი, რომელიც აღინიშნება მოზრდილებში Covid-19-ით ინფექციის დროს, ასევე შესაძლოა შეინიშნოს ჩვილებშიც, თუნდაც რესპირატორული ჩვილების გარეშე. გარდა ამისა, ჩვილებში კოვიდი შეიძლება გამოიხატოს მხოლოდ არაფებრილური გულყრებით, რაც ხშირად გენეტიკურად მიდრეკილ პაციენტებში დაავადების გამოვლინების დებიუტია. [31], [33], [34], [35]

ჩატარდა კვლევა, აღირიცხა 30 პაციენტი კოვიდით და ეპილეფსიური გულყრით, აქედან 13-ს (43.44%) ანამნეზში არ ჰქონდა ეპილეფსია და კოვიდით დაინფიცირებისას განუვითარდა გულყრა, 10 პაციენტს (33.3%) დიაგნოსტირებული ჰქონდა ეპილეფსია და ჰქონდა გულყრა, 7 პაციენტს (23.3%) არ განუვითარდა გულყრა, თუმცა ჰქონდათ ეპილეფსია. გულყრის შემდგომ ჩატარებული ეგ კვლევები ყველა შემთხვევაში აფიქსირებდა სპეციფიკურ აქტივობას. აღწერილია ორი პაციენტის გენერალიზებული გულყრა კოვიდ 19-ით ინფექციის პერიოდში, რომელთაც დიაგნოსტირებული არ ჰქონდათ ეპილეფსია. შეისწავლეს რვა პაციენტი, რომელთაც კოვიდის დროს განუვითარდათ ეპილეფსიური შეტევა, აღმოჩნდა, რომ 8 დან 5 პაციენტს ჩვილობაში ჰქონდა ფებრილური გულყრა. [31]

ვასკულიტი (ენდოთელიტი) სხვადასხვა სეგმენტში მთლიანი ენდოთელიუმის დარღვევით დაფიქსირდა 20 წლის მამაკაცთან, რომლის მდგომარეობაც კრიტიკულად მძიმე იყო კოვიდთან დაკავშირებული ჰემორაგიული ნეკროზული ენცეფალოპათიის გამო, რაც დადასტურდა აუტოპსიისას [36]. შემდგომი აღწერა: Covid-19-ით გამოწვეული ენცეფალოპათია დასკვნების მიხედვით: (i) ნეირო-რადიოლოგიური სიმპტომები (გადოლინიუმის მაღალი მაჩვენებელი თავის ტვინის დიდ არტერიებში), (ii) კლინიკური სურათი (თავის ძლიერი ტკივილი), (iii) ბიოლოგიური თვისებები (თავ-ზურგ-ტვინის

სითხეში მომატებული ალბუმინი CSF QAlb, რაც მიუთითებს ჰემატოენცეფალური ბარიერის დარღვევაზე). ეს შესაძლოა, იყოს პათოფიზიოლოგიური მექანიზმი დაკავშირებული სისხლძარღვის კედლის ანთებასთან, რამაც შემდგომ გამოიწვია Covid-19 ენცეფალოპათიის განვითარება.

გამოქვეყნებულია ერთი პაციენტის ისტორია, რომელიც იყო ორსულად, კოვიდ ინფექციის მწვავე სტადიის შემდეგ განუვითარდა უცარი სიბრმავე და გულყრა, რაც უკუგანვითარდა და აღიწერა, როგორც SARS-CoV-2-ით თავის ტვინის ენდოთელური დაზიანება.

ჯერ კიდევ სადავო საკითხია, აპროვოცირებს თუ არა კოვიდ ინფექცია გულყრებს მაშინ, როდესაც ბავშვობის ასაკში ჰქონდა პაციენტს ეპილევსია. მიუხედავად ამისა, როგორც ჩანს, კოვიდ 19-ის ვირუსით ინფიცირებულ ჩვილებში გენეტიკური დატვირთვა ეპილევსიის განვითარების წინაპირობაა.

თავის ტკივილი მრავალი დაავადების კლინიკური ნიშანია, ასევე ხშირად მიუთითებს სხვადასხვა პროცესში თავის ტვინის ჩართულობაზე. იზოლირებული საშუალო ხარისხის თავის ტკივილი აუცილებლად არ მიგვანიშნებს ცენტრალური ნერვული სისტემის აქტიურობაზე. რამდენიმე კვლევაში თავის ტკივილი აღიწერა, როგორც კოვიდ ინფექციის ყველაზე ხშირი ნევროლოგიური სიმპტომი. იზოლირებული თავის ტკივილი შესაძლოა, გაგრძელდეს კოვიდ ინფექციის გადატანის შემდეგ რამდენიმე კვირის განმავლობაში და შესაძლოა, იყოს ცერებრული სინუსის თრომბოზის (CVST) ნიშანი. დაფიქსირდა IL-6-ის ძალიან მაღალი დონე თავის ტკივილის მქონე პაციენტებში. მიუხედავად იმისა, რომ თავის ტკივილი აღწერილია, როგორც Covid-19-ის ნევროლოგიური გამოვლინება, ის შესაძლოა იყოს დეჰიდრატაციის შედეგი დიარეის დროს, ანდაც დამაბულობის თავის ტკივილი გამოწვეული მიმდებარე კუნთების ანთებითა და სპაზმით და სულაც არ მიუთითებდეს ცენტრალური ნერვული სისტემის ჩართულობაზე. თავბრუხვევა შესაძლოა იყოს პირველი და/ან ერთადერთი სიმპტომი კოვიდ ინფექციით ინფიცირებისას[37], [38].

Covid-19-ით ავადობისას ხშირადაა ჩართული პერიფერიული ნერვული სისტემა ისეთი გამოვლინებებით, როგორცაა ნეიროპათია, ყნოსვისა და გემოს დაქვეითება, მხედველობის დაქვეითება, გილენ-ბარეს სინდრომი, სხვადასხვა ნევრალიგა.

ჩატარებული ორი კვლევის საფუძველზე ითქვა, რომ ამ დროს პერიფერიული ნერვული სისტემის ჩართულობა აღწევს 8.9%-22.6% მდე. აღწერილია ორსული ქალების მრავალი შემთხვევა.

კვლევა ასევე ჩატარდა კოვიდით ინფიცირებული ინტენსიური განყოფილებებში განთავსებულ პაციენტებზე, სადაც 54 კაციან კოჰორტაში 3 პაციენტს ჰქონდა ნეიროპათია და პარეზი. სხვა ინფექციებთან შედარებით, ჰიპოსმია და მიალგია ყველაზე ხშირი ჩივილი აღმოჩნდა კოვიდით ინფიცირების დროს.

ანოსმიისა და აგევზიის არსებობა მნიშვნელოვანია დიაგნოსტიკის პროცესში. პაციენტთა დაახლოებით 45% ში დაფიქსირდა ყნოსვითი დისფუნქცია, ხოლო 35%-ში გემონების

დაქვეითება/გაუკუღმართება. ამ ორი სიმპტომიდან ერთ-ერთი ხშირ შემთხვევაში გამოვლინდება დაავადების დებიუტში, ზოგჯერ კი ეს ერთადერთი გამოვლინებაა დაავადების მსუბუქი ან საშუალო სიმძიმის მიმდინარეობის დროს. ეს ცვლილებები გარდამავალია და შესაძლოა, იყოს ანთებითი ციტოკინების შედეგი. აღსანიშნავია, რომ კვლევის მიხედვით, ყნოსვის ცვლილება დაკავშირებული არ იყო IL-6-თან, C რეაქტიულ ცილასთან და რინორეასთან. აღწერილია მრავალი შემთხვევა, როდესაც ინფექციის გადატანიდან 1 წლის შემდეგ დაიწყო გემოვნებისა და ყნოსვის აღდგენა. დიფერენციალურ დიაგნოსტიკაში გასათვალისწინებელია, რომ არაერთი მედიკამენტი იწვევს ყნოსვისა და გემოვნების ცვლილებას, მაგალითად ანტიბიოტიკები, ანგიოტენზინგარდამქმნელი ფერმენტის ინჰიბიტორები. [21]

აღსანიშნავია, რომ პაციენტებს ყნოსვის დაქვეითებით ნაკლებად ესაჭიროებათ ჟანგბადით თერაპია. საფიქრებელია, რომ SARS-CoV-2 იჭრება და მრავლდება ამ პაციენტების ეპითელურ უჯრედებზე ყნოსვისა და გემოვნების რეცეპტორების გარშემო, შედეგად ხდება ნაკლები ინვაზია ფილტვის უჯრედებზე, რის გამოც, ასეთ პაციენტებში, არ ვლინდება მძიმე რესპირატორული დისფუნქცია.[37], [39]

გილენ-ბარეს სინდრომი იშვიათი დაავადებაა და მისი გამომწვევი ზუსტი მიზეზი ჯერ ისევ უცნობია, მაგრამ ადამიანების ორ მესამედს გილენ-ბარეს სიმპტომების დაწყებიდან 6 კვირით ადრე აქვთ ინფექციის ნიშნები, რაც შესაძლოა მოიცავდეს რესპირატორულ და ნაწლავურ ინფექციებს, მათ შორის Covid-19-ს. პაციენტების უმრავლესობა არის 50 წელზე მეტი ასაკის, თუმცა კოვიდის შემდგომ გილენ ბარეს სინდრომი დაფიქსირდა ბავშვებშიც. აღწერილია შემთხვევა, ვაქცინის შემდგომ განვითარებულ გილენ-ბარეს სინდრომზე. ფაიზერის პირველი დოზის შემდეგ ერთ კვირაში პაციენტს დაეწყო სიმპტომები რაც შესაძლოა, დაკავშირებული იყო აუტოიმუნურ პროცესებთან. [40]

უეცარი დაბუჟება, კიდურების ტკივილი, სისუსტე შესაძლოა, გამოვლინდეს როგორც პერიფერიული ნეიროპათია კოვიდ 19-ით დასნებოვნებულ ადამიანებში. როდესაც არ ფიქსირდება აღმავალი კლინიკა, ლიქვორის მონაცემები ნორმაშია და სიმპტომები უეცრად იწყება, ეს გილენ-ბარეს საწინააღმდეგოდ მეტყველებს. კვლევაში ჩართულ ოთხ პაციენტს შორის სამს ჰქონდა პოლინეიროპათია, ხოლო მეოთხე პაციენტს ჰქონდა ტკივილი მარცხენა მხრის წნულის არეში. პოლინეიროპათიების დროს, ამ შემთხვევაშიც, წარმატებულად გამოიყენება პლაზმაფერეზი. [22]

კვლევების თანახმად, ინტენსიური თერაპიის განყოფილებაში ნამკურნალებ COVID-19-ის მქონე პაციენტებს შესაძლოა, გამოუვლინდეთ ინტენსიური მკრუნალობის შემდგომი სინდრომი, რომელიც ხასიათდება ფსიქიატრიული, კოგნიტური და/ან ფიზიკური აქტივობის შემცირებით (კუნთების სისუსტე, კოგნიტური დისფუნქცია, ინსომნია, დეპრესია, შფოთვა, ტრავმის შემდგომი სტრესული აშლილობა, დელირიუმი). კუნთების სისუსტე გვხვდება მექანიკური ვენტილაციით ნამკურნალები პაციენტების 33%-ში, სეფსისის

მქონე პაციენტების 50%-ში და იმ პაციენტების თითქმის 50%-ში, რომლებიც ინტენსიურ განყოფილებაში 1 კვირაზე მეტ დროს ატარებენ. სხვადასხვა ხარისხით კოგნიტური დისფუნქცია ვითარდება პაციენტთა 30-75%-ში. რისკის

მაქსიმალურად შემცირება შესაძლებელია მედიკამენტური მართვით, ფიზიკური რეაბილიტაციით, ოჯახის მხარდაჭერითა და შემდგომ სპეციალისტების მეთვალყურეობით. [23], [24]

კოგნიტური, შემეცნებითი პრობლემები საკმაოდ ხშირია SARS-CoV-2 მწვავე ინფექციის გადატანის შემდეგ. კოგნიტური დისფუნქცია არის დროებითი ან მუდმივი დაავადება, რომელიც ხელს უშლის ადამიანს ინფორმაციის სწორად დამუშავებაში, აზროვნებაში, ანგარიშვალდებულებაში, სხვადასხვა რეაგირებაში. ასეთ დროს, უჭირთ ახალი ინფორმაციის დამახსოვრება, ძველის გახსენება. ადამიანური ეფექტურობა იკლებს, პაციენტი ვერ ახერხებს ლოგიკური აზროვნების განხორციელებას, გადაწყვეტილებების მიღებასა თუ პრობლემის გადაწყვეტას. აქვს ყურადღების დეფიციტი, უჭირს სოციალიზაცია. კოვიდის გადატანის შემდეგ თუ წარმოიშვა მსგავსი პრობლემა, სიმპტომების გაუმჯობესებას დაახლოებით ერთი წელი სჭირდება, თუ ჩივილი 12 თვეზე მეტ ხანს გრძელდება, გაუმჯობესების შანსი ნაკლებია. ჩვეულებრივ, სიმპტომები ფლუქტუირებს. კოვიდის გადატანის შემდეგ, პაციენტები ხშირად აღნიშნავენ კონცენტრაციის უნარის დაქვეითებას, უჭირთ ყურადღების გამახვილება ყოველდღიურ საკითხებზე, ვეღარ ართმევენ თავს სამსახურში იმდენ საქმეს, რამდენსაც ინფექციის გადატანამდე ართმევდნენ, რაც ასევე მნიშვნელოვნად ზრდის დაღლილობის შეგრძნებას. ბევრი ადამიანი აღნიშნავს, რომ ვეღარ იღებს სიამოვნებას წიგნის კითხვისგან, დასწავლის პროცესისგან, რადგან ახალი ინფორმაციის მიღება უჭირთ, საკითხზე ვერ კონცენტრირდებიან, ვერ იმახსოვრებენ წაკითხულს. პირველ რიგში, უნდა ჩატარდეს დიფერენციალური დიაგნოსტიკა.[32], [41] 2023 წლის მარტის ეროვნული სტატისტიკის ოფისის მონაცემებით 1.879-მა მილიონმა ადამიანმა აღნიშნა, რომ ჰქონდათ პოსტ-კოვიდ ჩივილები, რაც ინფექციის გადატანიდან სულ მცირე 12 კვირა გრძელდებოდა. მათ შორის 42%-ის ჩივილების აღმოცენების პერიოდი ორი წელი და მეტია. სისტემური მიმოხილვა და მეტა ანალიზის კვლევები ამბობს, რომ მათგან მესამედს აღნიშნებოდა კოგნიტური დისფუნქცია. ყველას, ვინც დაინფიცირდა SARS-CoV-2 ვირუსით, განურჩევლად დაავადების სიმძიმისა, შეიძლება განუვითარდეს გახანგრძლივებული კოვიდი, მათ შორის კოგნიტური ფუნქციების დაქვეითება. კვლევების მიხედვით, უფრო მოწყვლადები არიან ხანდაზმული ადამიანები, ქალები და ისინი, ვისაც აღნიშნებათ სხეულის მასის ინდექსის მაღალი მაჩვენებელი. სისტემატურმა მიმოხილვამ და მეტა ანალიზმა ცხადყო, რომ ვაქცინაცია ამცირებს გახანგრძლივებული კოვიდის განვითარების რისკს. რა იწვევს ამ შემთხვევაში კოგნიტურ პრობლემებს, ამაზე ცალსახა პასუხი ჯერ-ჯერობით არ არსებობს. თავის ტვინის სხვადასხვა უბანი ჩართულია სხვადასხვა შემეცნებით პროცესში. არსებობს მრავალი მექანიკური ჰიპოთეზა. [42], [43] ნეიროპათოლოგიური, ბიომარკერული და ნეიროვიზუალიზაციური კვლევებით ვარაუდობენ, რომ თავის ტვინში შეჭრილი ვირუსული ინფექცია, იმუნური და ანთებითი გზების ვირუსული გააქტიურება იწვევს ნეირონების დესტრუქციას ან ავტონომიურ დისფუნქციას. არსებობს ალტერნატიული აზრი, რაც გულისხმობს

მიკროსისხლძარღვთა დაზიანებას ენდოთელიუმის დისფუნქციის ან ჰიპოქსიის ხარჯზე. უნდა გამოირიცხოს მეტაბოლური, ტოქსიკური ან პათოფიზიოლოგიური მიზეზები, უმილობა, არასწორი დიეტა, მოწვევა, ჭარბი ალკოჰოლი, რეკრეაციული ნარკოტიკი და შეძლებისდაგვარად შეიზღუდოს ისინი. მთელი რიგი დაავადებების გარდა, მრავალი მედიკამენტის ხანგრძლივმა მიღებამაც შეიძლება გამოიწვიოს კოგნიტურ-მნესტიური ფუნქციების მნიშვნელოვანი დაქვეითება (ანტიქოლინერგული, ანტიჰისტამინური მედიკამენტები, ანტიკონვულსანტები, ანტიდეპრესანტები), რაც აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული პაციენტის შეფასების პროცესში. [44], [45]

Covid-19- ის პანდემიამ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა ადამიანების ფსიქიკურ ჯანმრთელობაზე. ვირუსის გადატანის შემდეგ ძალიან ბევრი პაციენტი უჩივის ქრონიკულ შფოთვას და დეპრესიას, განსაკუთრებით ისინი, ვისაც დასჭირდათ მკურნალობა ინტენსიური თერაპიის განყოფილებაში. [46], [47] კორონა ვირუსის სპაიკ გლიკოპროტეინი უკავშირდება ანგიოტენზინ-მაკონვერტირებელი ფერმენტი ტიპი 2-ის (ACE2) რეცეპტორს, რაც იწვევს მასპინძელი უჯრედის ინფიცირებას, შედეგად ხდება დემიელინიზაცია, ნეიროდეგენერაცია, თავის ტვინის უჯრედების დაზიანება და ხდება დეპრესიის სიმპტომების გაუარესება. SARS-CoV-2 ჰემატოცეფალური ბარიერის გადალახვის შედეგად იწვევს ნეიროჰორმონულ დისბალანსს, ადგილობრივ ინფლამაციას, რაც ასოცირდება შფოთვასთან და დეპრესიასთან. ორგანიზმის მიერ განვითარებული მონოციტურ-მაკროფაგული, CD4/ CD8 უჯრედული და იმუნურ-ანთებითი პასუხი, უმეტეს შემთხვევაში განაპირობებს პაციენტის გამოჯანმრთელებას. რაც შეეხება არაპირდაპირ იმუნურ პასუხს, ის იწვევს ნეიროანთებას “ციტოკინური შტორმის” მეშვეობით, რომელიც მოიცავს ინტერლეიკინ 1 β-ს (IL-1β) და ინტერლეიკინ 6-ს (IL-6) მნიშვნელოვანი რაოდენობით, სხვა ბიომარკერები, რომლებიც მაღალი მაჩვენებლითაა COVID-19 პაციენტებში, მოიცავს სიმსივნის ნეკროზის ფაქტორ α-ს (TNF-α), გამა ინტერფერონს (IFN-γ), ინტერლეიკინ 10-ს (IL-10), ინტერლეიკინ 2-ს (IL-2), C-რეაქტიულ ცილას (CRP), შრატის ამილოიდ A-ს (SAA1). კოვიდით განპირობებული ციტოკინური ქარიშხალი შესაძლოა, წარმოადგენდეს GABA ერგული სისტემების დისფუნქციის მიზეზს, რომელიც თავის მხრივ განაპირობებს კოგნიტური, ნეირომოტორული და აღმასრულებელი ფუნქციების დაზიანებას. ციტოკინები ახდენენ ჰიპოთალამუს-ჰიპოფიზურ-თირკმელზედა ჯირკვლის ღერძის ჰიპერაქტივაციას, რაც იწვევს მოვლენების კასკადს, ნეიროტოქსიკურობასა და ნეიროდეგენერაციას, ასევე სინაფსური პლასტიურობის დარღვევას, შედეგად ვითარდება დეპრესიული აშლილობა. სუნთვის უკმარისობა საკმაოდ ხშირად ახლავს SARS-CoV-2 ვირუსით ავადობას, ჰიპოქსიამ შესაძლოა გამოიწვიოს თავის ტვინში ისეთი პროცესები, რასაც შემდგომში მოჰყვება უხასიათობა, შფოთვა, პანიკური შეტევები, მარტივად გაღიზიანება, უიმედობის განცდა. [48]

კვლევის თანახმად, რომელშიც აღრიცხული იყო 44 531 კოვიდგადატანილი პაციენტი, 33.7% ში დაფიქსირდა დეპრესიის ნიშნები. ეპიდემიოლოგიური მონაცემები მიუთითებს, რომ ქალებს უფრო მეტად უვითარდებათ დეპრესია, გავრცელების სიხშირე ყველაზე მაღალი იყო 21-40 წლამდე ასაკობრივ ჯგუფში. 2019 წლის კვლევამ აჩვენა, რომ 44 ზრდასრულ პაციენტს შორის, რომლებიც ახლახან ჰოსპიტალიზირებულნი იყვნენ და Covid-19 ის დიაგნოზი

დასმული ჰქონდათ არაუმეტეს 96 საათისა, 36%-ს აღენიშნებოდა შფოთვის სიმპტომები, ხოლო 29%-ს დეპრესიის. 2 კვირის შემდეგ, დაფიქსირდა შფოთვის შემცირება (9%), ხოლო დეპრესიის მაჩვენებელი თითქმის უცვლელი იყო (20%). ასევე ნახეს, რომ პაციენტების 25%-ს ჰქონდა მწვავე სტრესული აშლილობის ნიშნები. ეს დასკვნები შეესაბამება სხვა კორონავირუსული ინფექციების სიმპტომებს, როგორცაა MERS-CoV და SARS-CoV. [49]

მეცნიერებმა პეტ-კტ (PET-CT) სკანირების ტექნიკის გამოყენებით, აღმოაჩინეს საკმაოდ საინტერესო ფაქტი. მარსელში, საფრანგეთში, აიქს-მარსელის უნივერსიტეტის მკვლევარებმა ჩაატარეს კვლევა, მონაწილეობდა 35 პაციენტი, რომელთაც კოვიდ ინფექციის გადატანიდან მინიმუმ 3 კვირის შემდეგ დაეწყოთ კოგნიტური დისფუნქცია, თავის ტკივილი, უძილობა. სკანირების ტექნიკის გამოყენებით, პაციენტებს აღმოაჩნდათ გლუკოზის შეთვისების უნარის დაქვეითება, ჰიპომეტაბოლიზმი თავის ტვინში. ყველა შემთხვევაში დარღვეული იყო გლუკოზის მეტაბოლიზმი, რაც აუცილებელია თავის ტვინის ნორმალური ფუნქციონირებისთვის. ეს შესაძლოა, მოქმედებდეს უძილობაზე, დეპრესიასა თუ მეხსიერების დაქვეითებაზე. [50] კიდევ ერთი კვლევა ჩატარდა საფრანგეთში, სადაც ჩაერთო 143 პაციენტი, კვლევის ყველა მონაწილესთან კოვიდის გადატანიდან გასული იყო საშუალოდ 11 თვე და უჩიოდნენ ვირუსის გადატანის შემდგომ აღმოცენებულ ისეთ ნევროლოგიურ სიმპტომებს, როგორცაა შფოთვა, მარტივად გაღიზიანება, უხასიათობა, მეხსიერების დაქვეითება, უძილობა.[51] პეტ-კტ სკანირების დახმარებით, ინახა რომ პაციენტების დაახლოებით ნახევარს შემცირებული ჰქონდა გლუკოზის მეტაბოლიზმი თავის ტვინში. ეს დამატებითი მტკიცებულება არა მხოლოდ აკავშირებს ტვინის დაქვეითებულ მეტაბოლიზმს აღნიშნულ სიმპტომებთან, არამედ ადასტურებს პაციენტის ბიოლოგიურ ჰეტეროგენულობას, რომელიც საფუძვლად უდევს გახანგრძლივებულ კოვიდს.

კოვიდის შემდგომი ნევროლოგიური დარღვევების დროს, მკურნალობა სიმპტომურად სპეციალისტის მიერ ინიშნება, ამჟამად არ არსებობს რაიმე განსაკუთრებული მკურნალობის სქემა, რომელიც აუცილებლად SARS-CoV-2 ვირუსის გადატანის შემდეგ უნდა ჩაიტაროს პაციენტმა. შემოთავაზებულია სხვადასხვა იმუნომოდულატორული სქემა. ეს მოიცავს ბეტა ტრანსფორმაციული ზრდის ფაქტორის (პროფიბროზული ციტოკინის) ინჰიბიტორებს, ანტივირუსებს, როგორცაა რედესივირი, ფავიპირავირი და ნირმატრელვირი-რიტონავირი. ნაჩვენებია ზოგიერთი ანთების საწინააღმდეგო საშუალება, ამჟამად შესწავლილია იბუდილასტი, იმატინიბი, ინფლიქსიმაბი და კანაბინოიდები.[52], [53]

გახანგრძლივებული კოვიდი საგრძნობლად აუარესებს პაციენტის ცხოვრების ხარისხს, ამიტომ აქტიურად მიმდინარეობს კვლევები ამ დაავადების უკეთ გასაცნობად და სამკურნალო თუ საპროფილაქტიკო ღონისძიებების გასაუმჯობესებლად.

Covid-19 მთელი მსოფლიოს მასშტაბით დღესაც საფრთხეს წარმოადგენს. გამოჯანმრთელების შემდეგ აუცილებელია პაციენტზე აქტიური დაკვირვება. ექიმი ვერ განსაზღვრავს ვის დაემართება კოვიდის შემდგომი სიმპტომები და ვის არა, ზუსტი პროგნოზი შეუძლებელია, ამისათვის საჭიროა მეტი კლინიკური კვლევა. პირველადი ჯანდაცვის რგოლმა რაც შეიძლება მალე უნდა ამოიცნოს სხვადასხვა გართულება, ჩაატაროს დიფერენციალური დიაგნოსტიკა და

გადაამისამართოს პაციენტი შესაბამის სპეციალისტთან. პაციენტის დაავადების შემდგომი მდგომარეობა სავარაუდოდ დამოკიდებულია კლინიკური სიმპტომების ხარისხზე, თანმხლებ დაავადებებზე, გარემოპირობებზე, ჩატარებული მკურნალობის მიმართ ინდივიდუალურ პასუხზე. გახანგრძლივებული კოვიდის მქონე პაციენტები საჭიროებენ ექიმების გუნდურ მიდგომას, სხვადასხვა სპეციალისტების ერთიან დაკვირვებას და ხშირ შემთხვევაში, საერთო მკურნალობის სქემის შედგენას.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] B. T. Pun *et al.*, “Prevalence and risk factors for delirium in critically ill patients with COVID-19 (COVID-D): a multicentre cohort study,” *Lancet Respir Med*, vol. 9, no. 3, pp. 239–250, Mar. 2021, doi: 10.1016/S2213-2600(20)30552-X.
- [2] M. Emamikhah *et al.*, “Opsoclonus-myoclonus syndrome, a post-infectious neurologic complication of COVID-19: case series and review of literature,” *J Neurovirol*, vol. 27, no. 1, pp. 26–34, Feb. 2021, doi: 10.1007/S13365-020-00941-1.
- [3] C. Deocleciano de Araujo, L. X. C. Schlittler, R. M. Sguario, D. M. Tsukumo, P. Dalgarrondo, and C. E. M. Banzato, “Life-Threatening Catatonia Associated With Coronavirus Disease 2019,” *J Acad Consult Liaison Psychiatry*, vol. 62, no. 2, pp. 256–257, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.PSYM.2020.09.007.
- [4] A. Varatharaj *et al.*, “Neurological and neuropsychiatric complications of COVID-19 in 153 patients: a UK-wide surveillance study,” *Lancet Psychiatry*, vol. 7, no. 10, pp. 875–882, Oct. 2020, doi: 10.1016/S2215-0366(20)30287-X.
- [5] L. Cabañes-Martínez *et al.*, “Neuromuscular involvement in COVID-19 critically ill patients,” *Clinical Neurophysiology*, vol. 131, no. 12, pp. 2809–2816, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.CLINPH.2020.09.017.
- [6] V. Efstathiou *et al.*, “Long COVID and neuropsychiatric manifestations (Review),” *Exp Ther Med*, vol. 23, no. 5, Apr. 2022, doi: 10.3892/ETM.2022.11290.
- [7] K. Ki Pang, C. de Sousa, B. Lang, and M. G. Pike, “A prospective study of the presentation and management of dancing eye syndrome/opsoclonus-myoclonus syndrome in the United Kingdom,” *European Journal of Paediatric Neurology*, vol. 14, no. 2, pp. 156–161, Mar. 2010, doi: 10.1016/J.EJPN.2009.03.002.
- [8] C. E. Greer, J. M. Bhatt, C. A. Oliveira, and M. J. Dinkin, “Isolated Cranial Nerve 6 Palsy in 6 Patients with COVID-19 Infection,” *Journal of Neuro-Ophthalmology*, vol. 40, no. 4, pp. 520–522, Dec. 2020, doi: 10.1097/WNO.0000000000001146.
- [9] H. I. Kemp, E. Corner, and L. A. Colvin, “Chronic pain after COVID-19: implications for rehabilitation,” *Br J Anaesth*, vol. 125, no. 4, pp. 436–440, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.BJA.2020.05.021.

- [10] P. Venkatesan, “NICE guideline on long COVID,” *Lancet Respir Med*, vol. 9, no. 2, p. 129, Feb. 2021, doi: 10.1016/S2213-2600(21)00031-X.
- [11] T. Wildwing and N. Holt, “The neurological symptoms of COVID-19: a systematic overview of systematic reviews, comparison with other neurological conditions and implications for healthcare services,” *Ther Adv Chronic Dis*, vol. 12, 2021, doi: 10.1177/2040622320976979.
- [12] M. Butler, T. A. Pollak, A. G. Rooney, B. D. Michael, and T. R. Nicholson, “Neuropsychiatric complications of covid-19,” *The BMJ*, vol. 371, Oct. 2020, doi: 10.1136/BMJ.M3871.
- [13] A. Garjani *et al.*, “COVID-19 is associated with new symptoms of multiple sclerosis that are prevented by disease modifying therapies,” *Mult Scler Relat Disord*, vol. 52, Jul. 2021, doi: 10.1016/J.MSARD.2021.102939.
- [14] G. Ntaios *et al.*, “Characteristics and Outcomes in Patients With COVID-19 and Acute Ischemic Stroke: The Global COVID-19 Stroke Registry,” *Stroke*, vol. 51, no. 9, pp. E254–E258, Sep. 2020, doi: 10.1161/STROKEAHA.120.031208.
- [15] A. Thompson *et al.*, “Cerebral venous sinus thrombosis associated with COVID-19,” *Pract Neurol*, vol. 21, no. 1, pp. 75–76, Feb. 2021, doi: 10.1136/PRACTNEUROL-2020-002678.
- [16] T. M. Tu *et al.*, “Cerebral Venous Thrombosis in Patients with COVID-19 Infection: a Case Series and Systematic Review,” *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, vol. 29, no. 12, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.JSTROKECEREBROVASDIS.2020.105379.
- [17] M. U. Ahmed *et al.*, “Neurological Manifestations of COVID-19 (SARS-CoV-2): A Review,” *Front Neurol*, vol. 11, May 2020, doi: 10.3389/FNEUR.2020.00518.
- [18] R. Mondal *et al.*, “Meningoencephalitis associated with COVID-19: a systematic review,” *J Neurovirol*, vol. 27, no. 1, pp. 12–25, Feb. 2021, doi: 10.1007/S13365-020-00923-3.
- [19] A. E. Merkler *et al.*, “Risk of Ischemic Stroke in Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) vs Patients with Influenza,” *JAMA Neurol*, vol. 77, no. 11, pp. 1366–1372, Nov. 2020, doi: 10.1001/JAMANEUROL.2020.2730.
- [20] K. R. Melmed *et al.*, “Risk factors for intracerebral hemorrhage in patients with COVID-19,” *J Thromb Thrombolysis*, vol. 51, no. 4, pp. 953–960, May 2021, doi: 10.1007/S11239-020-02288-0.
- [21] A. Haider, A. Siddiq, N. Ali, and M. Dhallu, “COVID-19 and the Brain: Acute Encephalitis as a Clinical Manifestation,” *Cureus*, Oct. 2020, doi: 10.7759/CUREUS.10784.
- [22] Z. Khodamoradi, S. A. Hosseini, M. H. Gholampoor Saadi, Z. Mehrabi, M. R. Sasani, and S. Yaghoubi, “COVID-19 meningitis without pulmonary involvement with positive cerebrospinal fluid PCR,” *Eur J Neurol*, vol. 27, no. 12, pp. 2668–2669, Dec. 2020, doi: 10.1111/ENE.14536.

- [23] A. A. Usman *et al.*, “A Case Series of Devastating Intracranial Hemorrhage During Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation for COVID-19,” *J Cardiothorac Vasc Anesth*, vol. 34, no. 11, pp. 3006–3012, Nov. 2020, doi: 10.1053/J.JVCA.2020.07.063.
- [24] Y. H. Huang, D. Jiang, and J. T. Huang, “SARS-CoV-2 Detected in Cerebrospinal Fluid by PCR in a Case of COVID-19 Encephalitis,” *Brain Behav Immun*, vol. 87, p. 149, Jul. 2020, doi: 10.1016/J.BBI.2020.05.012.
- [25] J. T. Fifi and J. Mocco, “COVID-19 related stroke in young individuals,” *Lancet Neurol*, vol. 19, no. 9, pp. 713–715, Sep. 2020, doi: 10.1016/S1474-4422(20)30272-6.
- [26] S. D. Gallacher and A. Seaton, “Meningococcal meningitis and COVID-19 co-infection,” *BMJ Case Rep*, vol. 13, no. 8, Aug. 2020, doi: 10.1136/BCR-2020-237366.
- [27] N. K. Khattar *et al.*, “Intracranial hemorrhage in a young COVID-19 patient,” *Interdiscip Neurosurg*, vol. 22, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.INAT.2020.100878.
- [28] I. Z. Bin Mohamed, L. Balson, and S. Madathil, “Massive bilateral stroke in a COVID-19 patient,” *BMJ Case Rep*, vol. 13, no. 8, Aug. 2020, doi: 10.1136/BCR-2020-236254.
- [29] A. Vogrig, G. L. Gigli, C. Bnà, and M. Morassi, “Stroke in patients with COVID-19: Clinical and neuroimaging characteristics,” *Neurosci Lett*, vol. 743, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.NEULET.2020.135564.
- [30] M. S. Phipps and C. A. Cronin, “Management of acute ischemic stroke,” *The BMJ*, vol. 368, 2020, doi: 10.1136/BMJ.L6983.
- [31] A. E. Gorbalenya *et al.*, “The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2,” *Nat Microbiol*, vol. 5, no. 4, pp. 536–544, Apr. 2020, doi: 10.1038/S41564-020-0695-Z.
- [32] A. E. Gorbalenya *et al.*, “The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2,” *Nat Microbiol*, vol. 5, no. 4, pp. 536–544, Apr. 2020, doi: 10.1038/S41564-020-0695-Z.
- [33] L. Dale, “Neurological Complications of COVID-19: A Review of the Literature,” *Cureus*, vol. 14, no. 8, p. e27633, Aug. 2022, doi: 10.7759/CUREUS.27633.
- [34] Y. Huang, C. Yang, X. feng Xu, W. Xu, and S. wen Liu, “Structural and functional properties of SARS-CoV-2 spike protein: potential antiviral drug development for COVID-19,” *Acta Pharmacol Sin*, vol. 41, no. 9, pp. 1141–1149, Sep. 2020, doi: 10.1038/S41401-020-0485-4.
- [35] C. Iadecola, J. Anrather, and H. Kamel, “Effects of COVID-19 on the Nervous System,” *Cell*, vol. 183, no. 1, pp. 16–27.e1, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.CELL.2020.08.028.

- [36] S. Zaim, J. H. Chong, V. Sankaranarayanan, and A. Harky, “COVID-19 and Multiorgan Response,” *Curr Probl Cardiol*, vol. 45, no. 8, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.CPCARDIOL.2020.100618.
- [37] J. G. Heckmann, S. M. Heckmann, C. J. G. Lang, and T. Hummel, “Neurological aspects of taste disorders,” *Arch Neurol*, vol. 60, no. 5, pp. 667–671, May 2003, doi: 10.1001/ARCHNEUR.60.5.667.
- [38] A. E. Merkler *et al.*, “Risk of Ischemic Stroke in Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) vs Patients with Influenza,” *JAMA Neurol*, vol. 77, no. 11, pp. 1366–1372, Nov. 2020, doi: 10.1001/JAMANEUROL.2020.2730.
- [39] R. Butowt and C. S. von Bartheld, “Anosmia in COVID-19: Underlying Mechanisms and Assessment of an Olfactory Route to Brain Infection,” *Neuroscientist*, vol. 27, no. 6, pp. 582–603, Dec. 2021, doi: 10.1177/1073858420956905.
- [40] M. S. Dhamoon *et al.*, “Acute Cerebrovascular Events With COVID-19 Infection,” *Stroke*, vol. 52, no. 1, pp. 48–56, Jan. 2021, doi: 10.1161/STROKEAHA.120.031668.
- [41] J. Meinhardt *et al.*, “Olfactory transmucosal SARS-CoV-2 invasion as a port of central nervous system entry in individuals with COVID-19,” *Nat Neurosci*, vol. 24, no. 2, pp. 168–175, Feb. 2021, doi: 10.1038/S41593-020-00758-5.
- [42] R. J. Perry *et al.*, “Characteristics and outcomes of COVID-19 associated stroke: A UK multicentre case-control study,” *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, vol. 92, no. 3, pp. 242–248, Mar. 2021, doi: 10.1136/JNNP-2020-324927.
- [43] C. Iadecola, J. Anrather, and H. Kamel, “Effects of COVID-19 on the Nervous System,” *Cell*, vol. 183, no. 1, pp. 16–27.e1, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.CELL.2020.08.028.
- [44] S. Zaim, J. H. Chong, V. Sankaranarayanan, and A. Harky, “COVID-19 and Multiorgan Response,” *Curr Probl Cardiol*, vol. 45, no. 8, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.CPCARDIOL.2020.100618.
- [45] N. Poyiadji, G. Shahin, D. Noujaim, M. Stone, S. Patel, and B. Griffith, “COVID-19-associated acute hemorrhagic necrotizing encephalopathy: Imaging features,” *Radiology*, vol. 296, no. 2, pp. E119–E120, Aug. 2020, doi: 10.1148/RADIOL.2020201187.
- [46] P. Boscolo-Rizzo *et al.*, “Evolution of Altered Sense of Smell or Taste in Patients with Mildly Symptomatic COVID-19,” *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, vol. 146, no. 8, pp. 1–5, Aug. 2020, doi: 10.1001/JAMAOTO.2020.1379.
- [47] C. Hopkins, D. L. Burges Watson, C. Kelly, V. Leary, and B. C. Smith, “Managing long covid: Don’t overlook olfactory dysfunction,” *The BMJ*, vol. 370, Sep. 2020, doi: 10.1136/BMJ.M3736.

- [48] R. E. A. Santos *et al.*, “Onset and duration of symptoms of loss of smell/taste in patients with COVID-19: A systematic review,” *American Journal of Otolaryngology - Head and Neck Medicine and Surgery*, vol. 42, no. 2, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.AMJOTO.2020.102889.
- [49] T. Greenhalgh, M. Knight, C. A’Court, M. Buxton, and L. Husain, “Management of post-acute covid-19 in primary care,” *The BMJ*, vol. 370, Aug. 2020, doi: 10.1136/BMJ.M3026.
- [50] L. Dale, “Neurological Complications of COVID-19: A Review of the Literature,” *Cureus*, vol. 14, no. 8, p. e27633, Aug. 2022, doi: 10.7759/CUREUS.27633.
- [51] M. Leonardi, A. Padovani, and J. C. McArthur, “Neurological manifestations associated with COVID-19: a review and a call for action,” *J Neurol*, vol. 267, no. 6, pp. 1573–1576, Jun. 2020, doi: 10.1007/S00415-020-09896-Z.
- [52] J. G. Heckmann, S. M. Heckmann, C. J. G. Lang, and T. Hummel, “Neurological aspects of taste disorders,” *Arch Neurol*, vol. 60, no. 5, pp. 667–671, May 2003, doi: 10.1001/ARCHNEUR.60.5.667.
- [53] A. A. Agyeman, K. L. Chin, C. B. Landersdorfer, D. Liew, and R. Ofori-Asenso, “Smell and Taste Dysfunction in Patients With COVID-19: A Systematic Review and Meta-analysis,” *Mayo Clin Proc*, vol. 95, no. 8, pp. 1621–1631, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.MAYOCP.2020.05.030.

Assessment of cognitive-mnemonic and emotional dysfunction in post-COVID syndrome - a critical review of the literature

Gucha Kobaidze; Marina Janelidze; Tamar Sakvarelidze; Shota Kepuladze; Sopiko Kartsivadze;

Tbilisi State Medical University

Abstract

Covid-19 (coronavirus) is a highly contagious infectious disease caused by coronavirus 2 (SARS-CoV-2). The prevalence of neurological symptoms in patients with COVID-19 ranges from 9.9% to 65%. Encephalopathy, acute disseminated encephalomyelitis, cerebrovascular diseases, encephalitis, headache, pathological fatigue, dizziness, symptoms characteristic of peripheral nervous system damage, perversion of smell and taste, Guillain-Barré syndrome, other neuropathies, neuralgia, Bell's palsy may occur. In many cases (10-34%), after the acute period of the disease has passed, patients experience various symptoms for a long time, involving multiple organ systems. The combination of these symptoms has been called post-COVID syndrome. From a neurological point of view, frequent complaints are anxiety, decreased ability to concentrate, easy irritability, insomnia, depression, memory impairment. Medical professionals around the world are trying to find an explanation for the complaints that have developed to adapt various methods of treatment. Scientific research is underway

to study how the virus enters the body and then affects multiple organs. Covid-19 has posed significant challenges to the healthcare systems of many countries worldwide and continues to pose a threat. Patients with prolonged COVID-19 require a team approach from doctors, joint observation by various specialists and, in many cases, a standard treatment regimen.

Keywords: Covid-19; Neurology; Depression; Cognitive Dysfunction; Post-Covid;

ავტორთა შესახებ ინფორმაცია:

გუჩა კობაიძე - ექიმი ნევროლოგი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი;

Gucha Kobaidze – MD, Neurologist; PhD student at Tbilisi State Medical University

Phone Number: +995 595 25 29 25; Email: Kobaidze.guchi@gmail.com

მარინა ჯანელიძე - ექიმი ნევროლოგი, პროფესორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის კლინიკური ნევროლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;

Marina Janelidze – MD, Neurologist; Professor at Tbilisi State Medical University, Head of the Neurology Department:

Phone Number: +995577427413; Email: marjaneli@yahoo.com

თამარ საყვარელიძე - ექიმი ნევროლოგი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი;

Tamar Sakvarelidze – MD, Neurologist; PhD student at Tbilisi State Medical University;

Phone Number: +995 593521688; Email: ta.sakvarelidze@gmail.com

შოთა კეპულაძე - ექიმი, პათოლოგ-ანატომი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი პათოლოგია-ონკოლოგიის დეპარტამენტში; მაღალტექნოლოგიური ჰოსპიტალი „მედცენტრის“ პათანატომიური ლაბორატორიის ხელმძღვანელი;

Shota Kepuladze – MD, Anatomical and Clinical Pathologist, PhD Student at Tbilisi State Medical University Pathology Department; Head of the Pathology Laboratory at High Tech Medical Center., Medcenter”

Phone Number: +995 558286170; Email: shota.kepuladze@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5919-5581>

სოფიკო ქარცივაძე- ექიმი ნევროლოგი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დოქტორანტი;

Sopiko Kartsivadze – MD, Neurologist; PhD student at Tbilisi State University;

Phone Number: +995 555222025; Email: S_Kartsivadze@yahoo.com



ბიომრავალფეროვნებისაკენ მიმავალი ზოგიერთი მეთოდის შესახებ ციტრუსოვანთა (Citrus) სელექციაში

ნოდარ ბერიძე³, ზურაბ ბუკია¹⁻², შოთა ლამპარაძე³

¹⁻² ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ალ.ნათიშვილის მორფოლოგიის ინსტიტუტი; თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ვლ.ბახუტაშვილის სახელობის სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი, საქართველო; ³ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო

აბსტრაქტი

ნაშრომში მოცემულია მიმოხილვა მცენარეთა ბიომრავალფეროვნების შესახებ. დასაბუთებულია აზრი იმის საილუსტრაციოდ, რომ ლიტერატურაში უხვადაა ცნობები მცენარეთა მრავალფეროვნების შესახებ. მითითებულია იმის შესახებაც, რომ მიუხედავად მცენარეთა სამყაროს კვლევის დიდი წარმატებისა, საზოგადოება ჯერ კიდევ ვერ ფლობს ყველა ცნობას მცენარეთა მრავალფეროვნებაზე. ფლორის მრავალრიცხოვან წარმომადგენელთა ეს რიცხვი, დღევანდელი გამოკვლევებით, 500 ათასზე მეტ სახეობას ითვლის და მათი გავრცელების გეოგრაფია ძალზე ფართოა.

კვლევის თანამედროვე მეთოდების კვალობაზე ამ კულტურების ბიომრავალფეროვნება განხილულია, როგორც ერთ-ერთი სტრატეგიული დარგის- მეციტრუსეობის დასაყრდენი და აგრეთვე, დასავლეთ საქართველოს ფლორისტული ლანდშაფტის მნიშვნელოვანი კომპონენტი.

ციტრუსოვან კულტურათა ცვალებადობის სპექტრის გაზრდისაკენ მიმართული ყველა ღონისძიება მეთოდურად ძალზე გამართლებულია. საჭიროა მხოლოდ მეთოდური სელექციის მიზანმიმართული წარმოება. ჯიშთწარმოქმნა, ჯერ ერთი, გაზრდის ფორმათა მრავალფეროვნებას, ხოლო, შემდგომ, კარგი ბაზაა საუკეთესო ჯიშებისა და ფორმების მისაღებად.

ნაშრომში დახასიათებულია სელექციის ცნობილი მეთოდი. ბიომრავალფეროვნების გაზრდისათვის გამოყენებული ეს ღონისძიებანი (ჰიბრიდიზაცია, დიპლოიდური აპომიქსისი, ნუკლეარული სელექცია, მუტაგენეზი) განხილულია პრაქტიკული შედეგების ანალიზის კვალობაზე.

ციტრუსოვანთა (მანდარინი, ლიმონი, ფორთოხალი, გრეიპფრუტი) ძირითადი საწარმოო ჯიშებისა და ფორმების და მათზე დაფუძნებული დარგის წინსვლისათვის

საკითხის ამ სახით განხილვა და ღონისძიებათა რეალიზაცია, ვფიქრობთ, დიდად წაადგება ამ მცენარეთა ინტენსიური კულტურის წარმოებას.

ცალკე საკითხია საწარმოო სპეციალიზაციის ამ ზონაში (აჭარა) ჩამოთვლილი საკითხების წარმატებული რეალიზაციისათვის სამეცნიერო ორგანიზაციებისა და კვალიფიციური კადრების აქტიური მონაწილეობა.

საკვანძო სიტყვები: ციტრუსოვნები, პოპულაცია, მრავალფეროვნება, სელექცია, მეთოდი, სპეციალიზაცია.

ციტრუსოვნები მსოფლიო ფლორისტული პალიტრის განსაკუთრებული წარმომადგენლები არიან. ადაპტირების მაღალ ხარისხზე, რაც ამ კულტურებმა გამოავლინეს დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში, მიუთითებს მათი გავრცელების მასშტაბები.

ამ კულტურებისა და, ზოგადად, დარგის დიდ მნიშვნელობაზე მიუთითებს მათი ფართო გავრცელება და ნაყოფის წარმოების მასშტაბები. სუბტროპიკულ სოფლის მეურნეობაში, ჩაის კულტურის შემდეგ, მათ ეჭირათ წამყვანი ადგილი და ფართობის ერთეულიდან მოგების მიღების მაჩვენებლით სჯობდნენ მას.

ძალზე მნიშვნელოვანია შევხვით ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობის საკითხებს ციტრუსოვნებში და მისი გამოყენების პერსპექტივებს:

1. ნუცელარული სელექცია და მასთან დაკავშირებული საკითხები:

სხვადასხვა ავტორი სხვადასხვანაირად ხსნის ასეთი მრავალფეროვნების წარმოშობის მიზეზებს. ნუცელარული ნათესარები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, როგორც მორფოლოგიური ნიშნებით, ასევე ფიზიოლოგიური თავისებურებებითა და ნაყოფის ბიოქიმიური ხარისხით.

საკითხების შესწავლას აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგან ფორმათა მრავალფეროვნების ფენომენის ახსნა დაკავშირებულია დიდი მასალის გაცნობასთან, როგორც თეორიულს, ასევე პრაქტიკულს.

ციტრუსოვნების ნუცელარული ნათესარები ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობის მიზეზი (მათ შორის მათი არამსგავსება დედა მცენარესთან) დიდი ხანია ციტროლოგების ინტერესის საგანია. მიუხედავად დიდძალი ლიტერატურული და პრაქტიკული მასალის არსებობისა, ამ ფენომენის ზუსტი ახსნა არაა. მრავალი ჰიპოთეზა გამოითქვა ამ საკითხის ასახსნელად ლიტერატურაში.

ციტრუსებისათვის დამახასიათებელია აპომიქსისის ფორმათაგან ერთ-ერთი-ნუცელარული პოლიემბრიონია, როდესაც ნუცელუსის სომატური უჯრედებისაგან ვითარდება ერთი ან რამდენიმე დამატებითი ჩანასახი.

აპომიქსისი ფართოდაა გამოყენებული უმეტეს ყვავილოვან მცენარეებში, განსაკუთრებით ახალგაზრდა მცენარეებში. სახეობათა ფილოგენეზურ მიმართებაში, რიგი ავტორების მონაცემებით, აპომიქსისი დადგინდა 350-400 გვარისათვის, რომელიც მოიცავს რამდენიმე ათას სახეობას. ეს, ბუნებრივია, ეხება ციტრუსოვნებსაც.

ციტრუსოვანთა ნუცელარულ ნათესარებში ფორმათა მრავალფეროვნებაზე მრავალი ავტორის აზრია ცნობილი. მათი ნაწილის აზრით, შესაძლებელია ცვალებადობა მცენარის ინდივიდუალური განვითარების ყველაზე მგრძნობიარე პერიოდში, ჰიბრიდული ზიგოტის გავლენით (ჩასახვადი ნუცელარული თაობის ქსენია).

გამომდინარე აქედან, ნუცელარული ნათესარების ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობის მიზეზი, რიგი ავტორების აზრით, შესაძლოა იყოს მცენარის ჰეტეროზიგოტური მდგომარეობა და მისი უჯრედების სხვადასხვა ბიოქიმიური ხარისხი.

მეცნიერების ავტორიტეტული წარმომადგენლები უთითებენ, რომ ნუცელარული სელექცია ქმნის საფუძველს ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობისათვის ციტრუსოვანთა ნუცელარულ თაობაში, იმ ანგარიშით, რომ წარმოიშვას ახალი, სამეურნეო ვარგისი თვისებების მქონე ჯიშები. ფორმათა მრავალფეროვნებასთან ერთად, ისინი ხასიათდებიან უკეთესი სამეურნეო ღირსებებით, საწყისთან შედარებით.

ზოგჯერ, ციტრუსოვანთა ზოგიერთი წარმომადგენლის ნუცელარული ნათესარები ყოველთვის არ იმეორებენ დედა მცენარის გენოტიპს და შეუძლიათ გამოავლინონ რიგი ახალი თვისებებისა, ნაწილობრივ ძალიან ძვირფასისა, სამეურნეო თვალსაზრისით.

საკუთარ დაკვირვებებში, ფორმათა მრავალფეროვნების შესწავლისას, დადგინდა, რომ ნუცელარული ნათესარები არის რა ერთი წარმოშობის, ხასიათდებიან ბიომორფოლოგიური ნიშნების დიდი მრავალფეროვნებით. მათ შორის დედა მცენარის მსგავსი ფორმების არსებობა ვერ დავადგინეთ.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ციტრუსოვნებში აპომიქსის ადვენტური ემბრიონის ფორმა აქვს. დამატებითი ჩანასახები ჩაისახებიან სპოროფიტის(ნუცელუსის) უჯრედებში. ნათესარებს, რომლებიც წამოშობილი არის ასეთი ჩანასახებისაგან, უნდა ჰქონდეთ მსგავსება დედა მცენარეებთან. დადგენილია ნათესარების ცვალებადობის ფაქტი, რაც გამოიხატება მცენარეთა გარეგნული სახის შეცვლაში, აგრეთვე ისეთი უმნიშვნელოვანესი ფიზიოლოგიური ნიშნების შეცვლაში, როგორცაა მცენარეთა დაბრუნება იუვენილურ მდგომარეობაში, მათი ცხოველმყოფელობისა და იმუნიტეტის ამალღება, ნაყოფების ხარისხის ცვლა და სხვა.

ყველაზე მეტი რეზონანსის მქონე ჰიპოთეზა ამ საკითხზე იყო ის, რომ ნუცელარულ თაობაში ფორმათა წარმოშობა აეხსნათ ნუცელუსის უჯრედების სომატური განაყოფიერების ფაქტით. ჰიპოთეზის ავტორი ძალზე ავტორიტეტული სპეციალისტი, თ.მ. ვასილცოვა იყო. ნუცელარულ ნათესარებს მამა მცენარის დამახასიათებელი ნიშნები არ აღმოაჩნდათ. ფორმათა მთელი მრავალფეროვნება იმყოფებოდა დედა მცენარის სახეობის ფარგლებში და ამავე დროს ისინი დიპლოიდურნი არიან.

სანამ გადავალთ ამ მოვლენის განხილვამდე, საჭიროა აღვნიშნოთ ერთი მეტად არსებითი მოვლენის შესახებაც.

ცნობილია, რომ სპოროფიტის ფორმირება ხდება მცენარის მერისტემული, სუბეპიდერმული ქსოვილისაგან. ამასთან დაკავშირებით საჭიროა განვიხილოთ ნუცელარული ნათესარების რამდენიმე ტიპი.

თუ დედა მცენარე არის მუტანტი, რომლის სუბეპიდერმულ ქსოვილს არ შეეხებია მემკვიდრული ცვალებადობა და რის გამოც მას აქვს ქიმერული აღნაგობა, მაშინ ნუცელარულ

თაობას მორფოლოგიურად უნდა ჰქონდეს განსხვავება დედა მცენარისაგან და ექნება მსგავსება მის წინაპრებთან. განსხვავებანი შესაძლოა გამოვლინდეს უჯრედების არაერთგვაროვნების გამოც, რაც განპირობებულია უმნიშვნელო მუტაციებით. ვიმეორებთ, შესაძლებელია ცვალებადობა მცენარის ინდივიდუალური განვითარების ყველაზე მგრძობიარე პერიოდში, ჰიბრიდული ზიგოტის გავლენით (ჩასახვადი ნუცელარული თაობის ქსენია).

ზემოთ მოტანილი ლიტერატურული მასალები და პრაქტიკული შედეგები ამტკიცებენ, რომ ნუცელარული თაობა წარმოდგენილია ფორმათა დიდი მრავალფეროვნებით და განსხვავდებიან დედა მცენარისაგან. ისინი ატარებენ ძვირფას სამეურნეო ნიშნებს. თითქმის ყველა ციტროლოგი -სელექციონერი, მიუხედავად განსხვავებული აზრისა და შეხედულებისა დამატებითი ჩანასახების წარმოშობაზე, თვლის, რომ სელექციისათვის საწყის მასალად გამოყენებული ნუცელარული ნათესარებისაგან შეიძლება მივიღოთ ციტრუსოვანთა ახალი ჯიშები, ნაყოფის კარგი ხარისხით.

პრაქტიკამ დაადასტურა, რომ ციტრუსოვანთა ნუცელარული ნათესარები ყოველთვის არ იმეორებენ დედა მცენარის გენოტიპს და შეუძლიათ გამოავლინონ რიგი ახალი თვისებებისა, ნაწილობრივ ძვირფასისა სამეურნეო თვალსაზრისით.

ფორთოხლის - *Citrus Sinensis* (L.)Osb. ნუცელარული ნათესარების გამორჩევის საფუძველზე, სელექციონერმა ნ.ი. მაისურაძემ შექმნა მრავალი ფორმა და ჯიში. ისინი გამოირჩევიან საწყისი ფორმებისგან ადრემწიფადობით, ყინვაგამძლეობით, ნაყოფის შესანიშნავი თვისებებით. ავტორის მიერ იყო დარაიონებული ვაშინგტონ ნაველისა და მანდარინ უნშიუს მრავალი ნუცელარული ნათესარი.

2. ჰიბრიდიზაცია და მასთან დაკავშირებული საკითხები:

ჰიბრიდიზაციას, როგორც ერთ-ერთ მძლავრ ფაქტორს ფორმათა მრავალფეროვნების მართვისათვის, პირველსაწყისად, სკეპტიკურად შეხვდა დიდი იაპონელი ციტროლოგი ტუოზობურო ტანაკა, რომელიც წერდა: „ჰიბრიდიზაცია, რომელიც ახდენს სასწაულებს მეხილეობაში, სრულიად მიუღებელია მანდარინისათვის და, თვითონ ეს სახეობა, სხვა არაფერია, იმედის მრავლად მომცემი პოპულაციის გარდა“. მან, შემდგომ, შეცვალა მისივე აზრი და დიდი ამაგი დასდო ციტრუსოვანთა ჯიშებისა და ფორმების მრავალფეროვნების შექმნა- პოპულარიზაციას, შექმნა მათი კლასიფიკაციის სქემაც. ფ.დ. მამფორია(1954) ამტკიცებდა, რომ მამა მცენარის გამანაყოფიერებელი საწყისის ზემოქმედებით იცვლებიან არა მარტო სქესობრივი ჩანასახები, არამედ ნუცელარულებიც. რაც უფრო მეტი მტვერი მამა მცენარისა დაეტანება ბუტკოს დინგს, მით უფრო გადასცემს მამა მცენარე თავის ნიშნებს თაობას და მით უფრო მეტად წარმოიშობიან ნუცელარული წარმოშობის ჰიბრიდები.

მ.ვ. კოლელიშვილი (1970) წერს, რომ ნარინჯოვანთა სხვადასხვა სახეობის მტვერი გავლენას ახდენს ნუცელარული ნათესარების გამოსავლიანობის შემცირებაზე ან გაზრდაზე და წარმოადგენს სტიმულატორს ორგანიზმის ზოგიერთი მემკვიდრული ნიშნის უკეთ გამოვლენისათვის.

შ.მ. სურგულაძე აღნიშნავს, რომ პონცირუს ტრიფილიატასა და ციტრუს იჩანგენზისის მტვრით დამტვერიანება ნუცელარული ჰიბრიდების მიღების მიზნით, გვაძლევს სასურველ შედეგს, როგორც ლიმონის შემთხვევაში, ასევე მარდარინისა და ფორთოხლისა.

Frost-ისა(1938) და Platt-ის(1962) აზრით, ნუცელარულ ნათესარებში დედა მცენარისაგან განსხვავებული ნიშნების გამოვლენის მიზეზი არის დედა მცენარის ქიმიური კონსტრუქცია, ან მისი ნუცელარული უჯრედების მუტაცია.

ნუცელარულ ნათესარებში მრავალფეროვნების არსებობის მიზეზებს საინტერესოდ ხსნის თ.მ. ვასილცოვა და უთითებს, რომ მისი ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზია ფორმირებადი დედა უჯრედის სომატური განაყოფიერება, რაც თავის მხრივ განპირობებულია ერთსა და იმავე თესლკვირტში მტვრის მილის მრავალჯერადი შეღწევით.

ორიგინალურია ცნობილი მეცნიერის - ვ.პ. ალექსეევის მიდგომა, რომელიც განსხვავდება სხვებისაგან. მისი აზრით, ნუცელარული ნათესარების წარმოშობისას ადგილი აქვს ციტოპლაზმურ ჰიბრიდიზაციას, მამისეული გამეტების ნივთიერებებით, ქრომოსომული აპარატის მონაწილეობის გარეშე.

საკითხისამდი ფ. დ. მამფორიას (1969) მიდგომა ასეთი იყო: ორი სხვადასხვა მცენარის ურთიერთქმედებისას კონტაქტი მიიღწევა ერთი კომპონენტის მტვრის მარცვლების მოთავსებით მეორის ბუტკოს დინგზე. ნუცელუსის ახალწარმოქმნილი სომატური უჯრედები (მტვრის მილების მიკროპილეში შეღწევის მომენტიდან) წინასწარი რედუქციული დაყოფის გარეშე, ხშირად, აძლევენ სათავეს ნუცელარული ნათესარების წარმოშობას, ხოლო შემდგომ ნათესარებს, რომელთაც აღნიშნებათ, როგორც დედის, ასევე მამის ნიშნები.

3. ფიზიკური და ქიმიური რეაგენტების შესახებ:

ციტრუსოვანების ფორმათა მრავალფეროვნების გამოწვევა ხელოვნურად (ფიზიკური თუ ქიმიური რეაგენტებით) ზრდის შესაძლებლობებს ცვალებადობის სპექტრის გაზრდისათვის. ასეთი პოპულაცია კი შესანიშნავი მასალაა ციტრუსოვანი კულტურების შემდგომი სელექციისათვის.

დასკვნა.

1. ციტრუსოვან კულტურათა ცვალებადობის სპექტრის გაზრდისაკენ მიმართული ყველა ღონისძიება მეთოდურად ძალზე გამართლებულია. საჭიროა მხოლოდ მეთოდური სელექციის მიზანმიმართული წარმოება. ჯიშთწარმოქმნა, ჯერ ერთი, გაზრდის ფორმათა მრავალფეროვნებას, ხოლო, შემდგომ, კარგი ბაზაა საუკეთესო ჯიშებისა და ფორმების მისაღებად.

ნაშრომში დახასიათებულია სელექციის ცნობილი მეთოდები. ბიომრავალფეროვნების გაზრდისათვის გამოყენებული ეს ღონისძიებანი (ჰიბრიდიზაცია, დიპლოიდური აპომიქსისი, ნუცელარული სელექცია, მუტაგენეზი) განხილულია პრაქტიკული შედეგების ანალიზის კვალობაზე.

ციტრუსოვანთა (მანდარინი, ლიმონი, ფორთოხალი, გრეიპფრუტი) ძირითადი საწარმოო ჯიშებისა და ფორმების და, მათზე დაფუძნებული დარგის, წინსვლისათვის

საკითხის ასეთნაირი განხილვა და ღონისძიებათა რეალიზაცია, ვფიქრობთ, დიდად წაადგება ამ მცენარეთა ინტენსიური კულტურის წარმოებას.

2. ციტრუსოვნებში აპომიქსის ადვენტური ემბრიონის ფორმა აქვს. ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობის ფაქტები ციტრუსოვანთა ნუცელარულ თაობაში დადგენილია, მიზეზები კი, მრავალია. ციტრუსოვნების, როგორც საქართველოს სუბტროპიკების ფლორისტული ლანდშაფტის მნიშვნელოვანი კომპონენტების სელექციისას, ნიშანდობლივია სელექციის მეთოდის მორგება ეკოლოგიური თემატიკისთვისაც, რათა მცენარემ მნიშვნელოვანი როლი შეასრულოს შეცვლილი გარემო პირობების მიუხედავად, გარემოს გაჯანსაღებისათვის.

ლიტერატურა

1. ზურაბ ბუკია, ნოდარ ბერიძე, ჰიბრიდიზაცია, ნუცელარული სელექცია და მუტაცია მანდარინის - *Citrus Reticulata* Bl. ზოგიერთი ნაგალა ჯიშის ფორმათწარმოშობის მართვაში“. გამომცემლობა „შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“, ბათუმი, 2010 წელი, 311 გვ.
2. მაისურაძე ნ.ი. ფორთოხლის ნუცელარული და სქესობრივი ჩანასახების ზრდა. გამომცემლობა „აგრობიოლოგია“, 1961 წელი, N2.
3. მაისურაძე ნ.ი. ჯიშთაშორისი ქიმერები და მათი სელექციური მნიშვნელობა... „გენეტიკა“, 1966 წელი, N11
4. Майсурадзе Н. И., „Генетические основы селекции растений“, Издательство „Наука“, Москва, 1971 год.
5. Майсурадзе Н.И., „Межсортовые химеры и их селекционное значение“, „Генетика“, 1966 год, N2.
6. ჯობავა ტ., ქობალია ვ., ლიმონ დიოსკურიას პონციურუს ტრიფოლიატასთან თავისუფალი დამტვერიანებით მიღებულ თაობაში ფორმათა წარმოშობის შესწავლის შედეგები“. სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტის შრომათა კრებული, 2008 წელი, ტ1, N1 (42).

About some methods towards biodiversity in citrus breeding

N.Beridze³, Z.Bukia¹⁻², SH.Lamparadze³

¹TSMU-institute of medical Biotechnology established by L.Bachutashvili- ²TSU-A.Natishvili's Morphological Institute. ³Batumi S. Rustaveli State University, Georgia. zurabukia@gmail.com

Abstract

The paper provides an overview of plant biodiversity. The opinion is substantiated to illustrate that there are many reports on plant diversity in the literature. It is also indicated that despite the great success of plant world research, society still does not have all the information about the diversity of plants. According to today's research, this number of numerous representatives of the flora includes more than 500 thousand species, and the geography of their distribution is very wide.

Following the modern methods of research, the biodiversity of these crops is considered as one of the strategic branches - the support of citrus and, also, an important component of the floristic landscape of Western Georgia.

All measures aimed at increasing the spectrum of variability of citrus crops are methodically very justified. Are needed Only methodical

Purposeful production of selection. Breeding, first of all, increases the variety of forms, and then it is a good base for obtaining the best varieties and forms.

The work describes well-known methods of selection. These measures used to increase biodiversity (hybridization, diploid apomixis, nucellar selection, mutagenesis) are discussed following the analysis of practical results.

Such discussion of the issue and realization of measures for the advancement of the main production varieties and forms of citrus fruits (tangerines, lemons, oranges, grapefruits), the industry based on them, we think, will greatly help the production of intensive culture of these plants.

A separate issue is the active participation of scientific organizations and qualified personnel for the successful implementation of the issues listed in this zone of production specialization (Adjara).

Key words: citrus, population, diversity, selection, method, specialization;



Wortbildung im universitären DaF-Unterricht – eine wichtige Ebene zwischen Wortschatz und Grammatik

Irina Kruashvili

Assoziierte Professorin, Dr. Staatliche Universität Suchumi, irinakruashvili@gmail.com

Abstrakt

Die Wortbildung gehört zu den produktivsten und kreativsten Bereichen der deutschen Sprache. Als eine zentrale Ebene zwischen Wortschatz und Grammatik spielt sie eine wesentliche Rolle beim Erwerb des DaF, da sie den Lernenden ermöglicht, Einsicht in die Struktur und Bedeutung von Wörtern zu gewinnen.

Ziel des Beitrags ist es, aufzuzeigen, wie die Gesetzmäßigkeiten der Wortbildung im universitären DaF-Unterricht vermittelt werden können, sodass sie für die Studierenden leicht verständlich, einprägsam und hilfreich im Fremdsprachenlernprozess sind. Dabei werden insbesondere Komposita und Derivate betrachtet.

Da Wortbildungskenntnisse für die Erschließung unbekannter Lexik von Bedeutung sind, können sie im Rezeptionsprozess von Texten eine wichtige Rolle spielen. In diesem Zusammenhang sollte den Studierenden vermittelt werden, wie sie Komposita identifizieren und die Unmittelbaren Konstituenten (UK) bestimmen können. Eine Analyse nach UK zeigt die strukturellen, semantischen und funktionalen Merkmale der Komposita am deutlichsten. Dabei werden verschiedene Formativstrukturen unterschieden. UK können Simplizia oder Suffix-/Präfixderivate sein. Semantisch betrachtet lässt sich in Komposita eine Vielzahl von Wortbildungsbedeutungen erkennen, wie etwa lokale, temporale, kausale, finale und weitere Bedeutungen.

Für Derivate stützen wir uns auf die inhaltsbezogene Wortbildungslehre von Weisgerber, der davon ausgeht, dass Ableitungssilben spezifische Funktionen übernehmen, sich mit dem Inhalt des Grundwortes verbinden und diesen in bestimmter Weise modifizieren. Ein und dasselbe Affix kann dabei mehrere Bedeutungen tragen.

Um den Studierenden die Anwendung von Wortbildungskenntnissen in der Textrezeption zu ermöglichen, sollten diese durch gezielte Wortbildungsübungen gefestigt werden. Mögliche Übungstypen umfassen das Bilden von Komposita, das Identifizieren der UK, das Analysieren der Beziehungen zwischen ihnen, das Erklären von komplexen Wortbedeutungen durch Paraphrase sowie das Ableiten von Wörtern durch Suffixe oder Präfixe und das Untersuchen der Funktionen von Affixen.

In vielen DaF-Lehrwerken wird die Wortbildung jedoch nicht in ausreichendem Maße behandelt, sodass der vorgeschlagene Ansatz als innovativ angesehen werden kann. Auch Wörterbücher bieten oft nicht genügend Informationen zu Wortbildungen, da nicht alle lexikalischen Einheiten erfasst werden. Daher ist es für die Studierenden von großer Bedeutung, grundlegende Wortbildungskennntnisse zu besitzen, um die Bedeutung von Wörtern zu erschließen. Im elektronischen Wörterbuch wird die Wortbildung jedoch detaillierter dargestellt.

Unser Ansatz berücksichtigt auch Wortspiele aus unterschiedlichen Textsorten. Solche Wortspiele können den Studierenden nicht nur dabei helfen, neue Wortbildungsprodukte zu verstehen, sondern sie auch zur kreativen Wortproduktion anregen, wodurch ihre sprachliche Kreativität gefördert wird.

Schlüsselwörter: Wortbildung, Komposition, Derivation, DaF-Unterricht.

Einleitung

Die Wortbildung gehört zu den produktivsten und kreativsten Bereichen der deutschen Sprache und stellt eine zentrale Schnittstelle zwischen Wortschatz und Grammatik dar. Sie spielt eine wesentliche Rolle im Erwerb des Deutschen als Fremdsprache (DaF), da sie den Lernenden ermöglicht, sowohl die Struktur als auch die Bedeutung von Wörtern zu verstehen. Besonders im universitären DaF-Unterricht ist es von Bedeutung, die Gesetzmäßigkeiten der Wortbildung systematisch zu vermitteln, um den Studierenden ein tiefes Verständnis für die Funktionsweise der deutschen Sprache zu ermöglichen. Dieser Aufsatz untersucht, wie die Prinzipien der Wortbildung – insbesondere Komposita und Derivate – im DaF-Unterricht effektiv vermittelt werden können, um die Sprachkompetenz der Lernenden zu fördern und ihre Fähigkeiten im Umgang mit unbekannter Lexik zu stärken.

1. Die Bedeutung der Wortbildung im universitären DaF-Unterricht

Die Wortbildung als Instrument zur Erweiterung des Wortschatzes ist durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst: 1) Die Schaffung neuer lexikalischer Einheiten gemäß den in der jeweiligen Sprache etablierten Mustern; 2) Ein signifikanter Zufluss von Lehnwörtern, insbesondere aus der Fachterminologie; 3) Der Einfluss des Verdichtungsprozesses, der sich in der Bildung semantisch vielschichtiger, zusammengesetzter sprachlicher Einheiten manifestiert. Häufig finden sich in der Sprachverwendung Wortbildungskonstruktionen, deren semantische Explikation eine ausführliche Erörterung erfordert.

Die Wortbildung ist ein wesentlicher Bestandteil des Wortschatzes und der Grammatik einer Sprache. Sie ermöglicht es, neue Wörter zu generieren und bestehende Lexeme auf unterschiedliche Weisen zu modifizieren. Im Kontext des DaF-Unterrichts spielt sie eine besonders wichtige Rolle, da sie den Lernenden nicht nur hilft, die Struktur und Bedeutung von Wörtern zu erkennen, sondern auch ihre Fähigkeit zur Wortschatzanalyse und Textrezeption stärkt. Die Wortbildung bietet somit einen wichtigen Zugang zu den grammatikalischen Regeln der Sprache, indem sie die Interaktion zwischen Wortstamm, Affixen und grammatischen Kategorien verdeutlicht.

Im DaF-Unterricht wird häufig übersehen, wie tiefgehend und umfassend die Wortbildung das Verständnis einer Fremdsprache beeinflusst. Ein gezieltes Verständnis der Wortbildungsgesetzmäßigkeiten fördert nicht nur die passive Sprachkompetenz (z. B. das Verstehen von Texten), sondern auch die aktive Sprachproduktion, da Lernende mit den Mitteln ausgestattet werden, um neue Wörter zu bilden und unbekannte Lexeme zu entschlüsseln. Das Ziel des Unterrichts sollte daher nicht nur die Kenntnis isolierter Vokabeln, sondern ein Verständnis für die strukturierte Generierung von Wörtern und deren Bedeutungen sein.

Wortbildungstypen stellen eine fundamentale Basis für die Analyse und Produktion von Wortbildungskonstruktionen im DaF-Unterricht dar. Die Erschließung unbekannter Lexik sowie die präzise Darstellung komplexer Inhalte erfordern die gezielte Ausbildung und das Erreichen von Wortbildungskompetenz. Diese bildet einen wesentlichen Bestandteil des lexikalischen Wissens. Im Rahmen der Unterrichtsgestaltung werden verschiedene Phasen zur Förderung dieser Kompetenzen durchgeführt, wobei jeweils spezifische rezeptive, reproduktive, produktive und kreative Fähigkeiten im Vordergrund stehen (Gärtner, 2012, S. 501). Die rezeptive Phase zielt darauf ab, dass die Lernenden die Fähigkeit entwickeln, Wortbildungsprodukte sowohl semantisch als auch strukturell zu analysieren und zu erschließen. In der reproduktiven Phase liegt der Schwerpunkt auf der Anwendung bereits bekannter Wortbildungsprodukte. Die produktive Phase fördert die Fähigkeit der Lernenden, eigene Wortbildungsprodukte zu generieren, indem sie auf ein vorhandenes Typenspektrum zurückgreifen. Die höchste Kompetenzstufe wird in der kreativen Phase erreicht, in der die Lernenden in der Lage sind, neue Wortbildungsprodukte zu erschaffen, die in ihrer Ausprägung spezifische Merkmale wie Kontextabhängigkeit, Sprachspiel und Kreativität aufweisen (Gärtner, 2012, S. 501).

2. Komposita im universitären DaF-Unterricht

Ein zentrales Element der Wortbildung stellen Komposita dar, also Zusammensetzungen aus mehreren lexikalischen Einheiten, die eine neue, eigenständige Bedeutung erzeugen. Die Analyse von Komposita ist im DaF-Unterricht von besonderer Bedeutung, da sie den Lernenden ermöglicht, die komplexen semantischen und syntaktischen Beziehungen innerhalb eines zusammengesetzten Wortes zu erkennen. Im Unterricht wird das Problem der Identifikation von Komposita behandelt, wobei sowohl die formalen als auch die semantischen Unterschiede zwischen dem Kompositum und der syntaktischen Wortgruppe charakterisiert werden.

Ein wichtiger didaktischer Ansatz zur Vermittlung von Komposita im DaF-Unterricht ist die Analyse der unmittelbaren Konstituenten (UK). Diese Methode ermöglicht es, die Struktur eines Kompositums systematisch zu zerlegen und die Beziehungen zwischen den einzelnen Bestandteilen zu erkennen. Die unmittelbaren Konstituenten eines Kompositums sind die Bestandteile, in die ein Wort zerlegt werden kann. Diese Zerlegung erfolgt in der Regel nach semantischen Kriterien. Zum Beispiel können Komposita wie „hochwissenschaftlich“ in die unmittelbaren Konstituenten „hoch“ und „wissenschaftlich“ unterteilt werden. In vielen Fällen zeigt sich, dass ein Kompositum auf verschiedenen Ebenen interpretiert werden kann, was zu unterschiedlichen Deutungsmöglichkeiten führen kann. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Wort „drogensüchtig“, das sowohl als Verbindung von „Drogensucht“ + „-ig“ (Derivationsmodell) als auch von „Drogen“ + „süchtig“ (Kompositionsmodell)

verstanden werden kann. Diese Mehrdeutigkeit verdeutlicht, dass unterschiedliche Wortbildungsmodelle zu einem ähnlichen oder identischen Endprodukt führen können.

Die hierarchische Struktur von Komposita ist in der Regel binär, wobei die beiden Konstituenten – abgesehen von Kopulativkomposita – nicht gleichrangig sind, sondern in einem Determinationsverhältnis zueinander stehen. Das bedeutet, dass die Semantik des gesamten Kompositums häufig durch das erste Glied (Determinans) und das zweite Glied (Determinatum) bestimmt wird. Die linke Konstituente bestimmt die rechte Konstituente näher und determiniert sie. Ein Beispiel für ein solches Determinationsverhältnis ist das Wort „Fußball“, bei dem „Fuß“ die Körperlichkeit bezeichnet und „Ball“ das Sportgerät, mit dem gespielt wird. Die semantische Struktur des Kompositums „Fußball“ lässt sich demnach als „Ball, der mit dem Fuß gespielt wird“ beschreiben. Diese Analyse verdeutlicht die funktionale Rolle der Konstituenten in der kreativen Bildung neuer Bedeutungen, die charakteristisch für Komposita ist.

Bei der Analyse von Komposita im DaF-Unterricht sollten nicht nur die grammatischen Kategorien (z. B. Substantiv + Substantiv), sondern auch die semantischen und funktionalen Merkmale der Konstituenten berücksichtigt werden. Auf diese Weise wird ein tieferes Verständnis für die Struktur und Bedeutung von Komposita vermittelt, was sowohl für die Sprachproduktion als auch für das Sprachverständnis von Lernenden von großer Bedeutung ist. Die Fähigkeit, Komposita zu analysieren, fördert nicht nur das Verständnis der Sprachstruktur, sondern erleichtert auch die Erschließung unbekannter Lexeme. Wenn Studierende in der Lage sind, die Konstituenten eines Kompositums zu identifizieren, können sie die Bedeutung neuer Wörter auch dann erschließen, wenn sie diesen zuvor noch nicht begegnet sind.

In Texten begegnet man Komposita mit unterschiedlichen Formativstrukturen (Vgl. Fleischer/Barz, 2012, S. 136):

- Beide unmittelbaren Konstituenten sind Simplizia (z. B. *Handtuch*)
- Die erste Konstituente ist selbst ein Kompositum (z. B. *Geburtstagskind*)
- Beide Konstituenten sind Suffixderivate (z. B. *Entwicklungsmöglichkeit*)
- Eine der Konstituenten ist ein Suffixderivat, die andere ein Simplex oder Kompositum (z. B. *Freundschaftskuss, Lastwagenfahrer*)
- Eine der Konstituenten ist ein Präfixwort (z. B. *Unrechtsstaat, Heiratsurkunde*)
- Beide Konstituenten enthalten Fremdelemente (z. B. *Systemanalytiker*)
- Eine der unmittelbaren Konstituenten ist ein Affixoid (z. B. *Riesenhunger*).

Ein weiteres wichtiges didaktisches Ziel besteht darin, den Lernenden die verschiedenen semantischen Typen von Komposita näherzubringen. Komposita zeichnen sich durch einen geringeren Grad der semantischen Präzision in den Beziehungen zwischen den einzelnen Konstituenten aus. Ein und dasselbe Strukturmodell einer Wortgruppe kann durch verschiedene semantische Beziehungen charakterisiert werden, was jedoch bei Komposita nicht in gleicher Weise möglich ist. Das Strukturmodell eines Kompositums kann in der Regel mehrere semantische Varianten aufweisen, wobei jede semantische Beziehung der unmittelbaren Konstituenten nur durch eine Transformation in eine Wortgruppe oder einen Satz explizit ausgedrückt werden kann, wie etwa *publikationsreif*– *reif für die Publikation*, *besichtigungsreif*– *reif zur Besichtigung*.

Viele Sprachwissenschaftler, darunter Wilmanns (1899) und Paul (1920), betonen, dass die semantischen Beziehungen zwischen den Bestandteilen eines Kompositums deutlich komplexer sind als die zwischen Attribut und Substantiv. Trotz unterschiedlicher Auffassungen lassen sich bei Komposita jedoch im Allgemeinen mehrere Wortbildungsbedeutungen unterscheiden. Komposita tragen oft komplexe Bedeutungsschichten, die durch die unmittelbaren Konstituenten festgelegt werden. Zu den häufigsten semantischen Typen gehören:

- Lokale Wortbildungsbedeutung: z. B. *Haustür* – die Tür eines Hauses
- Temporale Wortbildungsbedeutung: z. B. *Wochenende* – das Ende einer Woche
- Kausale Wortbildungsbedeutung: z. B. *Schmerzensschrei* – Schrei aufgrund von Schmerzen
- Finale Wortbildungsbedeutung: z. B. *Schreibblock* – ein Block zum Schreiben
- Ornamentale Wortbildungsbedeutung: z. B. *Deckelvase* – Vase mit Deckel
- Materiale Wortbildungsbedeutung: z. B. *Lederjacke* – Jacke aus Leder
- Komparative Wortbildungsbedeutung: z. B. *Beifallssturm* – ein stürmischer Beifall.

Neben diesen grundlegenden semantischen Typen gibt es noch viele weitere Komposita, die unterschiedliche Beziehungen und Bedeutungen ausdrücken können. Sie lassen sich jedoch oft nicht genau in eine der genannten Kategorien einordnen. Diese semantischen Typen zeigen, wie Komposita die Bedeutungen ihrer Konstituenten kombinieren, um neue, spezifische Bedeutungen zu erzeugen. Jedes Kompositum steht für eine spezielle Beziehung, die durch die Verbindung von zwei Wörtern entstehen kann. Die Transformationen verdeutlichen die Vielfalt der Bedeutungsnuancen, die durch Komposita im Deutschen ausgedrückt werden können.

Ein gezieltes Training der semantischen Variabilität von Komposita trägt dazu bei, dass die Lernenden auch komplexe, fachsprachliche oder literarische Texte leichter verstehen können, da sie die zugrunde liegenden Wortbildungsgesetzmäßigkeiten erkennen.

3. Derivate im universitären DaF-Unterricht

Neben den Komposita spielen auch die Derivate – also Wörter, die durch das Hinzufügen von Affixen gebildet werden – eine entscheidende Rolle im DaF-Unterricht. Derivate erweitern den Wortschatz und ermöglichen eine grammatikalische Modifikation und Semantikanpassung von Grundwörtern. Besonders prägend für die Vermittlung von Derivaten im DaF-Unterricht sind die Affixe - Präfixe und Suffixe - die eine Vielzahl von Bedeutungen und grammatischen Funktionen übernehmen.

Die semantische Funktion von Affixen ist ein zentrales Thema in der inhaltsbezogenen Wortbildungslehre. Laut der inhaltsbezogenen Wortbildungslehre verändern Affixe die Bedeutung eines Wortes, indem sie eine spezifische semantische Modifikation des Grundwortes vornehmen. Zum Beispiel kann das Suffix *-er* entweder eine Person bezeichnen, die eine bestimmte Tätigkeit ausführt, wie in *Lehrer* („Person, die lehrt“), oder ein Werkzeug, das für diese Tätigkeit verwendet wird, wie in *Bohrer* („Werkzeug zum Bohren“). Präfixe wie *un-* verändern hingegen den semantischen Inhalt eines Wortes, etwa unfreundlich („nicht freundlich“).

Die theoretische Grundlage für semantische Wortbildungskategorien basiert auf den Konzepten von L. Weisgerber (1971, S. 218), der in seinen Arbeiten behauptet, dass innerhalb einer Wortart

unterschiedliche „Wortnischen“ entstehen können. Diese Nischen sind semantisch zusammenhängende Gruppen von Ableitungen, die formal gleich gebildet werden, jedoch unterschiedliche Bedeutungsnuancen aufweisen. Die Wortnischen bilden zusammen sogenannte „Wortstände“ (Weisgerber, 1971, S. 223), die als systematische Zusammenfassung von Ableitungen mit verwandten inhaltlichen Schwerpunkten dienen.

Ein „Wortstand“ ist demnach eine organisierte Zusammenstellung von Wortnischen, die durch ähnliche inhaltliche Merkmale miteinander verbunden sind, jedoch durch verschiedene Ableitungsmittel realisiert werden können. Innerhalb einer Wortnische sind die Ableitungen weiter in Untergruppen unterteilt, die als „Segmente“ bezeichnet werden. Diese Segmente können sowohl spezifische als auch allgemeine Bedeutungsaspekte ausdrücken.

Weisgerber geht davon aus, dass die Ableitungsmittel (wie Suffixe oder Präfixe) nicht nur formale, sondern auch semantische Funktionen haben. Sie verbinden sich mit dem Inhalt des Grundwortes und verändern dessen Bedeutung in einer spezifischen Weise. Dabei ist die inhaltliche Bestimmung der Ableitungen jedoch komplexer als eine bloße Zuordnung zu einem bestimmten Suffix oder Präfix. In vielen Fällen zeigt sich, dass Ableitungsmittel in unterschiedlichen Wortnischen verwendet werden, die jeweils eigene semantische Fokussierungen haben, und dass die gleichen Ableitungsmittel in verschiedenen Kontexten unterschiedliche semantische Bedeutungen hervorrufen können.

Weisgerber betont, dass die Systematisierung der Wortbildung nicht auf der Annahme beruhen darf, dass jedes Suffix oder Präfix eine festgelegte semantische Bedeutung trägt. Stattdessen ist es notwendig, die Wortbildung als ein Zusammenspiel unterschiedlicher Nischen zu verstehen, in denen sich ähnliche inhaltliche Themen durch verschiedene Ableitungsmittel manifestieren. Das Konzept des „Wortstandes“ ermöglicht eine präzisere und differenzierte semantische Klassifikation von Derivaten, die durch die gegenseitige Wechselwirkung der Nischen und deren Segmente entstehen. Folglich stellt der „Wortstand“ eine systematische und semantisch fundierte Kategorie zur Gliederung der Wortbildung dar. Er fungiert als übergeordneter Begriff für die semantische Klassifizierung von Ableitungen und zeigt die Vielfalt semantischer Nuancen innerhalb der Wortbildung auf, ohne eine einfache 1:1-Entsprechung zwischen Form und Inhalt zu postulieren.

Im DaF-Unterricht werden Suffixderivate, Präfixderivate und kombinatorische Derivate getrennt charakterisiert. Den größten Beitrag zur Suffixderivation leisten die drei adjektivischen Hauptsuffixe *-ig*, *-isch* und *-lich*, die äußerst produktiv sind und deren Ableitungen in die Hunderte gehen. Diese Suffixe werden auch als „Allerweltsuffixe“ bezeichnet, da sie an einer Vielzahl von Basiswörtern vorkommen und in nahezu allen Bildungsmustern vielfältig verwendet werden. Alle möglichen Derivate eines Suffixes oder Präfixes werden in die entsprechende Wortnische eingeordnet und in Segmente unterteilt, was eine wesentliche Voraussetzung für ihre weitere Klassifizierung darstellt. Zur Veranschaulichung der Tatsache, dass ein und dasselbe Affix mehrere Bedeutungen aufweisen kann, sei hier ein Beispiel aus der *-lich*-Nische angeführt, die aus den folgenden Bedeutungssegmenten besteht: 1) Komparativ (*freundlich*, *feindlich*), 2) Ornativ (*leidenschaftlich*, *schmerzlich*), 3) Temporal (*täglich*, *wöchentlich*), 4) Möglichkeit (*erträglich*, *begreiflich*), 5)

Notwendigkeit (*beachtlich, bedauerlich*), 6) Diminutiv (*ärmlich, dümmlich*), 7) Neigung (*kleinlich, reinlich*).

Manchmal treten semantische Differenzierungen bei gleicher Basis auf, was am Beispiel der Suffixe *-ig* und *-lich* veranschaulicht werden kann (vgl. Kruashvili, 2022, S. 11): *Geschäftiges Treiben – eine geschäftliche Vereinbarung, Heimische Bevölkerung – heimliches Treffen, Gläubiger Mensch – das ist kaum glaublich, Tätige Hilfe – tätliche Auseinandersetzungen, Zeitig aufstehen – zeitlicher Ablauf*.

Für DaF-Lernende sind Präfixderivate und kombinatorische Derivate ebenfalls von Bedeutung. Die nominative Funktion der Präfixbildungen besteht in der Modifikation bereits vorhandener Wörter. Die wichtigsten heimischen Präfixe im nominalen Bereich sind *erz-*, *miss-*, *un-*, *ur-*. Jedes dieser Präfixe besitzt eine mehr oder weniger ausgeprägte eigenständige Bedeutung und drückt entweder Verstärkung oder Negation aus.

Fremdpräfixe, die aus lateinischen oder griechischen Präpositionen bzw. Adverbien stammen, sind in mehreren europäischen Nachbarsprachen verbreitet und haben einen großen Anteil an der Bildung von Internationalismen. Man unterscheidet vier Bedeutungsgruppen: Negation, Verstärkung, Positionsangabe und Orientierung. Letztere wird in zwei Untergruppen unterteilt: Die eine drückt die Einordnung in einen räumlichen, die andere in einen zeitlichen Rahmen aus.

Kombinatorische Derivate stellen ein Modell dar, bei dem beide Wortbildungsmorpheme – Präfix und Suffix – gleichzeitig als Zirkumfix fungieren. Präfix und Suffix, die einzeln nicht wortfähig sind, bilden zusammen eine trennbare Komponente, die mit einer anderen, wortfähigen Komponente kombiniert wird, z. B. *unwiederbringlich*.

Nischen mit gleichen Segmenten tragen zum Aufbau der entsprechenden Wortstände bei. Als Beispiel sei der ornative Wortstand angeführt: 1) *-lich*: *leidenschaftlich, schmerzlich*; 2) *-ig*: *narbig, waldig*; 3) *-isch*: *neidisch, spöttisch*; 4) *-haft*: *fehlerhaft, fieberhaft*; 5) *-sam*: *bedeutsam, gewaltsam*; 6) *-abel/-ibel*: *komfortabel, räsonabel*; 7) *-ant/-ent*: *arrogant, intelligent*, 8) *-ar/-är*: *lakunär, illusionär*; 9) *-os/-ös*: *muskulös, porös*; 10) *-iv*: *effektiv, aggressiv*; 11) *-ge-/be- ... -t*: *genarbt, bebrilltlich*.

Diese semantische Variabilität der Affixe bietet einen wichtigen Ansatzpunkt für den DaF-Unterricht. Lernende sollten nicht nur in der Lage sein, Affixe zu erkennen, sondern auch ihre semantischen und syntaktischen Funktionen im Wortbildungsprozess zu verstehen. Dies fördert das tiefere Verständnis der Wortbildung und der sprachlichen Strukturen insgesamt.

4. Wortbildungsübungen im universitären DaF-Unterricht

Mit der Erweiterung des deutschen Wortschatzes wächst der Stellenwert von Wortschatzübungen im Fremdsprachenunterricht. Sprachliche Übungen sind ein wesentlicher Bestandteil des Fremdsprachenlernprozesses, da sie unterschiedliche Ziele verfolgen können. Einerseits tragen sie zum Erhalt und zur Festigung sprachlicher Einheiten bei, andererseits fördern sie die Automatisierung sprachlicher Routinen, was unmittelbar mit dem Erwerb spezifischer Fertigkeiten und kommunikativer Kompetenzen verknüpft ist. Diese Thematik wird in der Fachliteratur von verschiedenen Sprachwissenschaftlern wie Lewandowski (1991), Kieweg (2010), Neveling (2004, 2020), Targońska/Jakosz (2024) und anderen behandelt. Nach Targońska (2012b, S. 63) ist das

übergeordnete Ziel aller Übungstypen „das Erreichen der fremdsprachlichen Kommunikations- und Handlungsfähigkeit“. Beile (2009) beschreibt, dass „eine jede Übung einen kleinen Schritt, und eine jede Übungssequenz eine Teilstrecke auf diesem langen und komplexen Weg zur fremdsprachlichen Reife“ darstellt. Da Wortschatzkenntnisse eine zentrale Rolle bei der Entwicklung der Sprachfertigkeiten spielen, kommen insbesondere Wortschatzübungen – und hier speziell Wortbildungsübungen – eine herausragende Bedeutung zu. Wortbildungsübungen nehmen eine zentrale Stellung ein, da sie das Wissen und die Fähigkeiten vermitteln, die die Selbstständigkeit der Lernenden fördern. Durch Kenntnisse in der Wortbildung sind die Lernenden in der Lage, unbekanntem Wortschatz eigenständig aus dem Kontext zu erschließen, ihn gegebenenfalls im Wörterbuch nachzuschlagen und neue Wortbildungen zu generieren. Es ist hervorzuheben, dass Wortbildungsübungen die Freude der Lernenden am Spiel anregen können (Mogge, 1982, S. 21; Saxer, 1991, S. 57). Übungen, die darauf abzielen, Umschreibungen durch Komposita zu ersetzen, erweisen sich laut Rössler (1989, S. 109) als bedeutsam und motivierend.

Für die Vertiefung und Festigung der Wortbildungskennntnisse sind gezielte Übungstypen erforderlich. Zu den effektivsten Übungsmöglichkeiten gehören die folgenden Ansätze:

- Analyse der Struktur von Komposita und Erkennen von Zusammenhängen im Aufbau. Dieser Übungstyp fördert das Verständnis für die innere Struktur von zusammengesetzten Wörtern. Lernende sollen die Bestandteile eines Kompositums (z. B. *Hausaufgabe*, *Wasserkocher*) identifizieren und die syntagmatischen Beziehungen zwischen diesen Teilen nachvollziehen. Dies hilft, die Prinzipien der Wortbildung zu verinnerlichen und Wortstrukturen als logische Einheiten zu erkennen.
- Bildung zusammengesetzter Wörter. Hier geht es darum, den Lernenden die Fähigkeit zu vermitteln, neue zusammengesetzte Wörter eigenständig zu bilden. Dies fördert das kreative und flexible Denken hinsichtlich der Wortbildung und stärkt die Fähigkeit, sich neue Begriffe aus bekannten Bestandteilen zu erschließen (z. B. *Handtasche* aus *Hand* + *Tasche*).
- Graphische Anordnung der Wörter einer Wortfamilie, um die Wortbildung transparenter zu machen. Durch visuelle Darstellungen, wie z. B. Wortbäume oder Diagramme, wird die Verwandtschaft von Wörtern innerhalb einer Wortfamilie verdeutlicht. Diese Methode erleichtert das Verständnis für die morphologische Struktur und hilft, die systematischen Beziehungen zwischen den einzelnen Wortformen zu erkennen (z. B. *sehen* → *sichtbar*, *Sicht*, *gesehen*).
- Verwendung von Paraphrasen zur Bedeutungsanalyse und Definition von Begriffen. In dieser Übung werden die Lernenden dazu angeregt, die Bedeutung eines Wortes durch eine sprachliche Umschreibung (Paraphrase) zu erfassen. Alternativ können sie auch ein Wort anhand einer gegebenen Paraphrase erschließen. Diese Methode fördert nicht nur das Verständnis der Wortbedeutung, sondern schult auch die Fähigkeit, Wörter in unterschiedlichen Kontexten zu interpretieren (z. B. *Handschuh* - „ein Kleidungsstück, das die Hand schützt und die Finger bedeckt“).
- Ableitung von Wörtern durch Suffixe und Präfixe. Lernende üben, wie man durch das Hinzufügen von Präfixen oder Suffixen neue Wörter bildet. Dies fördert das Verständnis der

morphologischen Prozesse, die zur Wortbildung führen, und hilft, die Bedeutung und Funktion der einzelnen Affixe zu erkennen (z. B. *un-* in *unbekannt* oder *-heit* in *Freiheit*).

- Untersuchung der Bedeutung und Funktion verschiedener Wortbildungsmorpheme (Präfixe, Suffixe). In dieser Übung liegt der Fokus auf der Analyse der einzelnen Morpheme, insbesondere der Präfixe und Suffixe, die in der Wortbildung eine Rolle spielen. Lernende untersuchen, wie diese Morpheme die Bedeutung eines Wortes verändern und welche Rolle sie im Prozess der Wortschöpfung spielen (z. B. *-er* in *Lehrer* als Hinweis auf eine Person, die handelt).
- Ableitung einer bestimmten Wortart, z. B. Substantive aus Adjektiven und Verben sowie Adjektive aus Substantiven und Verben. Diese Übung fördert das Verständnis für die Umwandlung von Wortarten. Lernende üben, aus Verben Substantive oder Adjektive zu bilden und umgekehrt. Hierbei wird besonders auf die morphologischen Strukturen und die damit verbundenen Bedeutungsverschiebungen geachtet (z. B. *laufen* → *Läufer*, *schnell* → *Schnelligkeit*).

Wortbildungskennntnisse sind besonders relevant für die Textrezeption (vgl. Storch, 1999, S. 93), da sie den Lernenden ermöglichen, unbekannte Wörter zu entschlüsseln und deren Bedeutung zu ermitteln. Da insbesondere Fachtexte häufig eine hohe Dichte an Komposita und Derivaten aufweisen, ist es für Studierende von entscheidender Bedeutung, in der Lage zu sein, diese Wortbildungsprozesse zu erkennen. Die Wortbildung hilft den Lernenden, linguistische Muster zu identifizieren und die Bedeutung von Wörtern im Kontext zu erschließen. Auch Mogge (1982, S. 22) hält es für wichtig, dass die Wortbildungen überhaupt im richtigen Kontext präsentiert werden.

5. Wortbildungsspiele bzw. Wortspiele im universitären DaF-Unterricht

Die Integration von Wortbildungsspielen bzw. Wortspielen in den universitären DaF-Unterricht stellt einen innovativen und effektiven Ansatz dar, um sowohl die sprachliche Kreativität als auch das sprachliche Verständnis der Studierenden zu fördern. Insbesondere im Bereich der Wortbildung können diese spielerischen Elemente den Lernprozess bereichern, indem sie den Studierenden ermöglichen, sich auf einer spielerischen Ebene mit der deutschen Sprache auseinanderzusetzen.

Nach Metzler-Lexikon Sprache (Glück/Rödel, 2016, S. 776) ist das Wortspiel eine „Bezeichnung für den witzigen, geistreichen, sarkastischen, aber auch kalauernden Umgang mit homophonen, homonymen, homographen Wörtern oder Ausdrücken.“ Dabei zielen Wortspiele auf Mehrdeutigkeiten, Wortklängen oder Wortbedeutungen ab. Wortspiele im universitären DaF-Unterricht bieten eine ausgezeichnete Möglichkeit, nicht nur den Wortschatz und die Grammatik zu vertiefen, sondern auch das kreative und humorvolle Spiel mit Sprache zu fördern. Sie helfen den Studierenden, die Bedeutung und den Kontext von Wörtern zu verstehen, und sie bieten einen spielerischen Zugang zu den vielfältigen Möglichkeiten der deutschen Sprache. Durch den Umgang mit Homophonen, Homonymen, Homographen sowie Kalauer können Studierende auf unterhaltsame Weise lernen, wie Sprache in verschiedenen Kontexten funktioniert und wie Bedeutung durch Klang, Schreibweise oder auch Doppeldeutigkeit beeinflusst wird.

Die Förderung von sprachlicher Kreativität ist ein zentraler Aspekt der Wortbildungsspiele im DaF-Unterricht. Die kreative Auseinandersetzung mit der Sprache trägt dazu bei, dass die Studierenden ein tieferes Verständnis für die Struktur und die Funktionsweise der Sprache entwickeln. Indem sie neue Wörter erfinden oder bestehende Wörter in neuen Kontexten anwenden, lernen sie, die sprachlichen Möglichkeiten der deutschen Sprache zu erweitern und zu reflektieren. In diesem Kontext ist die Produktion neuer Wörter nicht nur eine technische Übung, sondern auch eine Möglichkeit, kulturelle und soziale Konzepte in der Sprache zu erfassen und auszudrücken. Wortbildungsspiele ermutigen die Studierenden, ihre sprachlichen Ideen auf unkonventionelle Weise zu formulieren und dabei neue Perspektiven auf die Sprache zu entwickeln. Dies fördert nicht nur die sprachliche Kreativität, sondern auch das kritische Denken und die Fähigkeit, Sprache in unterschiedlichen Kontexten zu verwenden (vgl. Gerhards, 2014, S. 215).

Wortbildungsspiele finden sich in verschiedenen Textsorten. Nach Poethe (2002, S. 30) treten in journalistischen Textsorten wie Kommentaren, Rezensionen, Essays und Feuilletons wortspielerische Formen häufig auf. Auch in sachlicheren Texten wie Nachrichten können Wortspiele eine besondere Rolle spielen. Ein Beispiel hierfür ist der Ausdruck: *In der Sektbranche herrscht Sektlaune* oder *Geschäfte bei Florena Cosmetics florieren* (ebd.).

Im Folgenden werden einige konkrete Beispiele für solche Wortspiele und deren Einsatzmöglichkeiten im universitären DaF-Unterricht vorgestellt. Ein häufiges Wortspiel im Deutschen basiert auf Homonymen, also Wörtern, die gleich geschrieben und gesprochen werden, aber unterschiedliche Bedeutungen haben. Diese können besonders witzig sein, wenn sie im richtigen Kontext eingesetzt werden. z. B. *Er stellte sich unter die Linde, um die Sonne zu lindern*. Dieses Beispiel nutzt die doppelte Bedeutung von „Linde“ (der Baum) und „lindern“ (verwandt mit „lindern“, also „mildern“), was eine humorvolle Assoziation ergibt. Ein weiteres Beispiel bilden Homographen, also Wörter, die gleich geschrieben, aber unterschiedlich ausgesprochen und unterschiedlich in ihrer Bedeutung sind. Diese Art von Wortspiel spielt mit der Mehrdeutigkeit und dem Kontext der Aussprache: *Der Löwe ist das Symbol für den Löwenanteil*. In diesem Beispiel bezieht sich „Löwe“ einmal auf das Tier und einmal auf einen Anteil, der metaphorisch als „Löwenanteil“ bezeichnet wird. Diese Wortspiele können den Studierenden nicht nur den Humor, sondern auch die Flexibilität der deutschen Sprache näherbringen.

Eine besondere Art des Wortspiels ist der Kalauer, bei dem es oft um besonders einfache oder „flache“ Wortspiele geht, die mit einer Doppeldeutigkeit spielen. Solche Wortspiele können im Unterricht eine lockere Atmosphäre schaffen und den Studierenden Spaß an der Sprache vermitteln. Beispiel: *Was macht ein Pirat am Computer? – Er drückt die Enter-Taste!* (Hier spielt das Wort „Enter“ sowohl auf die Computertaste als auch auf das Handeln des Piraten an, der „enter“ (betreten) könnte.). Diese Art von Wortspiel kann auch als kreative Übung genutzt werden, bei der Studierende aufgefordert werden, selbst einfache Wortspiele zu erfinden oder auf bereits bestehende bekannte Kalauer zu reagieren.

Ein anschauliches Beispiel für ein Wortbildungsspiel könnte das Erfinden von neuen, aber plausiblen Wortzusammensetzungen oder Ableitungen sein. Die Studierenden erhalten hierbei eine Wortgrundlage, aus der sie durch verschiedene Wortbildungsprozesse neue Wörter schaffen müssen.

Diese Übung stellt nicht nur eine Herausforderung für das Wortverständnis dar, sondern auch für das Verständnis von grammatikalischen Regeln und sprachlichen Strukturen.

Ein weiteres Beispiel sind Rätsel oder „Wortpuzzle“, bei denen Studierende Wörter oder Wortstämme kombinieren müssen, um neue Bedeutungen zu erzeugen. Solche Spiele fördern nicht nur die Wortschatzarbeit, sondern auch das syntaktische und morphologische Wissen der Lernenden. Durch das ständige Experimentieren mit Wörtern und deren Bedeutungen wird die Sprachkompetenz in der Praxis trainiert.

Wortbildungsspiele bieten eine wertvolle Gelegenheit, das Sprachbewusstsein und die Sprachkompetenz der Studierenden zu stärken. Einerseits können sie dazu beitragen, die Studierenden mit komplexen Wortbildungsprozessen vertraut zu machen. Andererseits fördern sie auf eine unterhaltsame Weise die Reflexion über den Sprachgebrauch. Laut Aebli (2016, S. 52) stimulieren Spiele das kreative Denken und bieten einen sicheren Raum, in dem Fehler gemacht werden dürfen, was die Studierenden dazu ermutigt, neue sprachliche Strukturen auszuprobieren.

Aus den vorangegangenen Ausführungen lässt sich schließen, dass Wortbildungsspiele und Wortspiele im DaF-Unterricht mehr als nur ein unterhaltsames Element sind. Sie stellen eine wichtige pädagogische Methode dar, um das Sprachverständnis und die sprachliche Kreativität der Studierenden zu fördern. Durch die spielerische Auseinandersetzung mit der Wortbildung erhalten Studierende nicht nur die Gelegenheit, die sprachlichen Strukturen und Regeln der deutschen Sprache zu vertiefen, sondern auch ihre Fähigkeit zur kreativen Wortproduktion zu entwickeln. Solche Spiele ermöglichen es den Lernenden, sich aktiv mit der Sprache auseinanderzusetzen und die vielfältigen Möglichkeiten der Wortbildung zu entdecken.

Insgesamt tragen Wortbildungsspiele entscheidend dazu bei, dass Studierende nicht nur als passive Empfänger der Sprache agieren, sondern zu aktiven und kreativen Produzenten werden. Der universitäre DaF-Unterricht profitiert somit von der Integration dieser Spiele, die sowohl den kognitiven als auch den kreativen Aspekt des Sprachlernens fördern. Die Wortspiele können Studierende dazu anregen, mit sprachlichen Konventionen zu spielen und die Vielschichtigkeit der Sprache zu erleben.

6. Wortbildung in DaF-Lehrwerken

Die Wortbildung wird im Bereich DaF oft als sekundär angesehen, insbesondere im Vergleich zu anderen sprachlichen Aspekten wie Grammatik, Wortschatz und Aussprache. Viele Sprachforscher sind sich darin einig, dass die Wortbildung in DaF-Lehrwerken unzureichend behandelt wird (vgl. Bohn/Schreiter, 2000; Lindauer, 2006). Targońska bemerkt, dass „viele Publikationen zur Fremdsprachendidaktik die Wortbildung unzureichend thematisieren“ (Targońska, 2012a, S. 762). Die Lernenden sehen sich häufig der Herausforderung gegenüber, dass die in den Lehrbüchern dargestellten Modelle viele Unregelmäßigkeiten der Wortbildung nicht ausreichend widerspiegeln (vgl. Fandrych/Thurmair, 1994). Die Materialien zur Wortbildung in DaF-Lehrwerken sind insgesamt eher begrenzt. Empirische Studien zur Wortbildung im Kontext des Unterrichts existieren zwar, wie beispielsweise die von Targońska (2013), doch eine umfassendere und detaillierte Untersuchung der Wortbildung in modernen DaF-Lehrwerken steht bislang noch aus. Targońska (2012a, S. 752)

überprüfte die Behandlung der Wortbildung in Handbüchern zur DaF-Didaktik bis zum Jahr 2010. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass das Thema in diesen Publikationen weitgehend oder vollständig fehlt. Mac (2011) führte eine Untersuchung zur Behandlung der Derivation in Lehrwerken durch und stellte dabei fest, dass in den meisten Fällen ausschließlich die Wortarten Nomen, Verb und Adjektiv berücksichtigt werden. Obwohl die untersuchten Werke grundlegende Informationen zu gängigen Affixen bieten und auch Übungen zur impliziten Derivation enthalten, zeigen sich deutliche Unterschiede hinsichtlich der Häufigkeit und Intensität der Wortbildungsübungen. Insgesamt mangelt es den Lehrwerken an einer systematischen Struktur und einer kohärenten Vorgehensweise. In ihrer Schlussfolgerung betonte Mac, dass „die Wortbildung in den meisten Lehrwerken zu wenig (in getrennten Kapiteln, Abschnitten, Übungen) thematisiert wird“ (Mac, 2011, S. 16).

Diese Ergebnisse werfen ein weiteres Licht auf die unterschiedlichen Herangehensweisen an die Wortbildung in verschiedenen wissenschaftlichen und didaktischen Werken. Neben dem umfassenden Standardwerk *Duden* (2016), das die Wortbildung detailliert und präzise behandelt, existieren auch spezifische Grammatiken für den Fremdsprachenunterricht, wie die von Helbig/Buscha (2017). Während das *Duden*-Werk sehr tiefgehende Einblicke in die Wortbildungsprozesse gibt, findet sich in der Grammatik von Helbig/Buscha keinerlei Behandlung dieses Themas. Auch die *Lernergrammatik* von Koukidis (2017) geht nur vereinzelt auf die Wortbildung ein und beschränkt sich auf stark vereinfachte Darstellungen, die keine detaillierte Auseinandersetzung mit den verschiedenen Wortbildungsprozessen ermöglichen.

Elsen (2019) untersuchte aktuelle Grundstufenlehrwerke im Hinblick auf die Behandlung der Wortbildung. Sie analysierte drei Kurs- und Arbeitsbücher für Erwachsene: *Motive*, *Pluspunkt Deutsch* und *Schritte International*. Dabei standen folgende Fragen im Mittelpunkt: „Wie viel Wortbildung wird erwähnt? Welche Wortbildungsarten werden behandelt bzw. welche Morpheme wann und in welcher Reihenfolge? Gibt es Regeln oder müssen sie selbst erschlossen werden?“ (Elsen, 2019, S. 147). Ihre Ergebnisse zeigen, dass diese Lehrwerke der Wortbildung, vor allem den Komposita, sehr wenig Raum zugestehen. Zwar werden einige Wortbildungsverfahren behandelt, doch diese sind in der Regel unzureichend systematisiert und nicht immer mit den erforderlichen Erklärungen versehen (Elsen, 2019, S. 149). Elsen schlägt daraufhin vor, dass Lehrwerke mehr auf das „Prinzip der Progression“ sowie die „Notwendigkeiten bestimmter Lernergruppen“ eingehen sollten.

Trotz des Beitrags der Wortbildung zur Transparenz und Erschließbarkeit des Wortschatzes (Holly, 1986, S. 204) bieten viele Wörterbücher, sowohl gedruckte als auch digitale, oft nur unsystematische Angaben zur Wortbildung. Gedruckte Wörterbücher sind aufgrund von Platzbeschränkungen nicht in der Lage, alle Wortbildungsformen – insbesondere seltene oder komplexe – vollständig abzubilden. Elektronische Wörterbücher wie *lexiko*, ein Online-Wörterbuch zur deutschen Gegenwartssprache, profitieren hingegen von der fehlenden physischen Begrenzung und ermöglichen eine präzisere und umfassendere Darstellung von Wortbildungsprozessen (Klosa, 2013, S. 176). Online-Wörterbuch bietet ein systematischeres und vollständigeres Bild der Wortbildung, indem es die Beziehungen zwischen Grundwörtern und Ableitungen sowie deren Bedeutungskontexte detaillierter darstellt.

Darüber hinaus ermöglicht die digitale Plattform eine dynamische und erweiterbare Struktur, die die Aufnahme von Wortbildungsprodukten nicht nur hinsichtlich ihrer Häufigkeit, sondern auch in Bezug auf ihre semantischen und syntaktischen Eigenschaften umfassend unterstützt. Diese Eigenschaften elektronischer Wörterbücher bieten eine wertvolle Ergänzung zu herkömmlichen, gedruckten Wörterbüchern und eröffnen neue Möglichkeiten zur Untersuchung und Lehre der Wortbildung im Rahmen der lexikalischen Datenbankstruktur. Ein weiterer Vorteil der elektronischen Wörterbücher liegt in der kontinuierlichen Aktualisierung und Erweiterung des Wortschatzes, wodurch auch neue Wortbildungen zeitnah erfasst und in das System integriert werden können.

Fazit und Ausblick

Die Wortbildung stellt eine unverzichtbare Dimension des DaF-Unterrichts dar, die eng mit der Erweiterung des Wortschatzes und der Beherrschung grammatikalischer Strukturen verbunden ist. Durch die gezielte Vermittlung der Gesetzmäßigkeiten der Wortbildung – insbesondere der Komposita und Derivate – können Studierende ihre Sprachkompetenz auf eine neue Ebene heben. Ein vertieftes Verständnis der Wortbildungsprozesse fördert nicht nur das Leseverständnis und die Textproduktion, sondern trägt auch zur kreativen Sprachverwendung bei. Zukünftige DaF-Lehrwerke und -Methoden sollten daher einen stärkeren Fokus auf die Wortbildung legen, um den Lernenden eine fundierte und praxisorientierte Sprachkompetenz zu vermitteln.

Literatur:

Aebli, Hans. (2016). Sprachliche Kreativität und Sprachförderung im Unterricht. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.

Beile, Werner. (2009). Üben und Übungsformen. In: Udo O. H. Jung (Hrsg.) Praktische Handreichung für Fremdsprachenlehrer, 74-81. Frankfurt am Main: Peter Lang.

Bohn, Rainer/Schreiter, Ina. (2000). Wortschatzarbeit. In: Germanistische Linguistik 155-156, S. 57-98.

Elsen, Hilke. (2019). Zum Status der Wortbildung in Lehrwerken für DaF. In: Muttersprache 64. Jahrgang 129. S. 141-157.

Fandrych, Christian/Thurmair, Maria. (1994). Ein Interpretationsmodell für Nominalkomposita: linguistische und didaktische Überlegungen. In: DaF 31, S. 34-45.

Fleischer, Wolfgang/Barz, Irmhild. (2012). Wortbildung der deutschen Gegenwartssprache. Unter Mitarbeit von Marianne Schröder. 4., völlig neu bearbeitete Auflage. Tübingen: De Gruyter.

Gärtner, Angelika. (2012). Wortbildung: Problemfelder im DaF-Unterricht. In: Info Deutsch als Fremdsprache 4. S. 499-513. <https://doi.org/10.1515/infodaf-2012-0408>

Gerhards, G. (2014). Kreativität im Sprachunterricht: Theorie und Praxis des Wortspiels im DaF-Unterricht. Berlin: De Gruyter.

Glück, Helmut/Rödel, Michael (Hg.). (2016). Metzler Lexikon Sprache. 5. Auflage. Stuttgart: J. B. Metzler Verlag.

Holly, Werner. (1986). Wortbildung und Wörterbuch. In: Lexicographica 2, S. 195-213.

- Kieweg, Werner. (2010). Übungsformen. In: Wolfgang Hallet und Frank G. Königs (Hrsg.) Handbuch Fremdsprachendidaktik, 182-186. Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Klosa, Annette. (2013). Wortbildung in elexiko: Gegenwart und Zukunft. In: Klosa, Annette (Hrsg.): Wortbildung im elektronischen Wörterbuch. Studien zur deutschen Sprache 63. Tübingen: Narr. S. 175-196.
- Kruashvili, Irina. (2022). Possibility and Necessity in German Derivatives. Scientific Journal West East. Vol. 8, N1. pp. 9-18. <https://doi.org/10.33739/2587-5434-2022-8-1-9-18>
- Lewandowski, Theodor. (1991). Deutsch als Zweit- und Zielsprache. Handbuch zur Sprachförderung. Trier: Wissenschaftlicher Verlag.
- Lindauer, Thomas. (2006). Wortbildung. In: Praxis Deutsch 201 (1), S. 6-15.
- Mac, Agnieszka. (2011). Zur Rolle der Wortbildung in ausgewählten DaF-Lehrwerken am Beispiel der Derivation. In: Zielsprache Deutsch 38 (1), S. 3-21.
- Mogge, Bernhard. (1982). Von den Schwierigkeiten des Ausländers mit der deutschen Wortbildung. In: Zielsprache Deutsch 2, S. 19-23.
- Neveling, Christiane. (2004). Wörterlernen mit Wörternetzen. Eine Untersuchung zu Wörternetzen als Lernstrategie und als Forschungsverfahren. Tübingen: Narr.
- Neveling, Christiane. (2020). Wortschatzarbeit. In: Wolfgang Hallet, Frank G. Königs, Hélène Martinez (Hrsg.): Handbuch Methoden im Fremdsprachenunterricht. Hannover: Klett Kallmeyer.
- Paul, Hermann. (1920). Deutsche Grammatik. Bd. 5, Teil 4. Wortbildungslehre. Halle (Saale): Max Niemeyer.
- Poethe, Hannelore. (2002). Wort(bildungs)spiele. In: Irmhild Barz, Ulla Fix, Gotthard Lerchner (Hrsg.): Das Wort in Text und Wörterbuch. Stuttgart/Leipzig: Verlag der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. S. 23-40.
- Rössler, Helmut. (1989). Übungstypen und Motivation im Bereich der textbezogenen Wortschatzvermittlung. In: Jahrbuch Deutsch als Fremdsprache 14, S. 92-119.
- Saxer, Robert. (1991). Wortbildung im Sprachunterricht. In: Informationen Deutsch als Fremdsprache 18 (1), S. 55-62.
- Storch, Günther. (1999). Deutsch als Fremdsprache - Eine Didaktik. Theoretische Grundlagen und praktische Unterrichtsgestaltung. München: Wilhelm Fink Verlag.
- Targońska, Joanna. (2012a). Wozu brauchen Fremdsprachenlernende Wortbildungskennntnisse? Theoretische Überlegungen zu möglichen Einsatzbereichen der Wortbildung im Fremdsprachenunterricht. In: Studia Niemcoznawcze/Studien zur Deutschkunde 49, S. 751-765.
- Targońska, Joanna. (2012b). Wortbildungsübungen aus der Sicht der Fremdsprachendidaktik und der DaF-Lernenden. In: Linguistica Silesiana 33. Olsztyn.
- Targońska, Joanna. (2013). Wortbildung und Wortbildungsübungen als Forschungsgegenstand der Fremdsprachenlehr- und Lernforschung. In: Acta Neophilologica XV (I). Olsztyn. <https://czasopisma.uwm.edu.pl/index.php/an/article/view/861/704>
- Targońska, Joanna/Jakosz, Mariusz (Hg.). (2024). Wendepunkte in der Fremdsprachenlehr- und -lernforschung. Teil 2. Brill: V&R unipress.

Weisgerber, Leo. (1971). Grundzüge der inhaltbezogenen Grammatik. Düsseldorf: Pädagogischer Verlag Schwann.

Wilmanns, Wilhelm. (1899). Deutsche Grammatik. Gotisch, Alt-, Mittel- und Neuhochdeutsch. 2. Abteilung. Wortbildung. 2. Aufl. Straßburg: Hansebooks.

Lehrmaterialien:

Duden (2016). Die Grammatik. Bd. 9., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin. Helbig, Gerhard/Buscha, Joachim. (2017). Deutsche Grammatik. Ein Handbuch für den Ausländerunterricht. Stuttgart: Ernst Klett Sprachen.

Koukidis, Spiros. (2017). Die große deutsche Lernergrammatik. Athen: Praxis Spezialverlag DaF.

Word Formation in University-Level German Language Instruction – An Essential Interface Between Vocabulary and Grammar

Irina Kruashvili

Associate Professor, Dr. Sokhumi State University, irinakruashvili@gmail.com

Abstract

Word formation is one of the most productive and creative areas of the German language. As a central level between vocabulary and grammar, it plays an essential role in the acquisition of German as a foreign language, as it enables learners to gain insight into the structure and meaning of words.

The aim of this paper is to demonstrate how the principles of word formation can be taught in university-level DaF (German as a Foreign Language) lessons, so that they are accessible, memorable, and useful in the language learning process. The focus is particularly on compounds and derivatives.

As knowledge of word formation is crucial for the comprehension of unfamiliar vocabulary, it can play an important role in the process of text reception. In this context, students should be taught how to identify compounds and determine their Immediate Constituents (ICs). An analysis based on ICs most clearly reveals the structural, semantic, and functional features of compounds. Various morphological structures are identified, such as ICs being simple forms or suffix-/prefix-derived forms. From a semantic perspective, compounds can display a wide range of word formation meanings, including local, temporal, causal, final, and other meanings.

For derivatives, we rely on the content-based word formation theory of Weisgerber, who posits that derivational morphemes assume specific functions, connect with the content of the base word, and modify it in a particular way. The same affix can thus convey multiple meanings.

To enable students to apply their knowledge of word formation in text reception, it should be reinforced through targeted word formation exercises. Possible exercise types include forming compounds, identifying ICs, analyzing the relationships between them, explaining complex word meanings through paraphrasing, deriving words through suffixes or prefixes, and examining the functions of affixes.

However, in many German (DaF) textbooks, word formation is not sufficiently addressed, making the proposed approach potentially innovative. Additionally, dictionaries often lack comprehensive information on word formation, as not all lexical units are included. Therefore, it is crucial for students to possess fundamental knowledge of word formation in order to deduce the meaning of words. However, in electronic dictionaries, word formation is presented in greater detail.

Our approach also takes into account wordplay from various text types. Such wordplay can not only help students understand new word formation products but also stimulate creative word production, thereby fostering their linguistic creativity.

KeyWords: Word formation, compounding, derivation, German as a Foreign Language instruction or teaching.

სიტყვაწარმოება გერმანული ენის საუნივერსიტეტო მეცადინეობაზე - მნიშვნელოვანი დონე ლექსიკასა და გრამატიკას შორის

ირინა ყრუაშვილი

ფილოლოგიის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი, სოხუმის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი, irinakruashvili@gmail.com

ანოტაცია

სიტყვაწარმოება განეკუთვნება გერმანული ენის ერთ-ერთ ყველაზე პროდუქტიულ და შემოქმედებით სფეროს. როგორც ლექსიკასა და გრამატიკას შორის მდებარე ცენტრალური დონე, იგი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს გერმანულის როგორც უცხოური ენის შესწავლაში, რადგან საშუალებას აძლევს სტუდენტებს, გაეცნონ სიტყვების სტრუქტურასა და მნიშვნელობას.

სტატიის მიზანია აჩვენოს, თუ როგორ შეიძლება სიტყვაწარმოების კანონზომიერებების წარმოჩენა გერმანული ენის საუნივერსიტეტო მეცადინეობაზე, რათა ისინი ადვილად აღქმადი, გასაგები და სასარგებლო იყოს ენის შესწავლის პროცესში. კერძოდ, განვიხილავთ კომპოზიტებსა და დერივატებს.

ვინაიდან სიტყვაწარმოების წესების ცოდნა მნიშვნელოვანია უცხოური ლექსიკის გაგებისათვის, ისინი მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ტექსტების აღქმაში. ამ თვალსაზრისით, სტუდენტებს უნდა ვასწავლოთ კომპოზიტების იდენტიფიცირება და უშუალო შემადგენელი კონსტიტუენტების განსაზღვრა. უშუალო შემადგენელი კონსტიტუენტების ანალიზი ყველაზე ნათლად გვიჩვენებს კომპოზიტების სტრუქტურულ, სემანტიკურ და ფუნქციურ თავისებურებებს. ფორმალური სტრუქტურის მიხედვით გამოვლენილია სხვადასხვა ტიპი, კერძოდ, უშუალო შემადგენელი კონსტიტუენტი შეიძლება იყოს მარტივი სიტყვა, სუფიქსური ან პრეფიქსული დერივატი და ა. შ. სემანტიკური თვალსაზრისით, კომპოზიტებში გამოიყოფა განსხვავებული სიტყვაწარმოებითი მნიშვნელობები, როგორცაა ლოკალური, ტემპორალური, კაუზალური, ფინალური და სხვ.

დერივატებისათვის ვიყენებთ ვაისგერბერის შინაარსზე ორიენტირებულ კვლევის მეთოდს. იგი თვლის, რომ დერივაციული აფიქსები გარკვეული ფუნქციების მატარებლები

არიან, ისინი ბაზისური სიტყვის შინაარსს უკავშირდებიან და მას გარკვეულწილად ცვლიან. ერთი და იგივე აფიქსი შეიძლება კონტექსტში სხვადასხვა მნიშვნელობით შეგვხვდეს.

იმისათვის, რათა სტუდენტებმა სიტყვაწარმოების კანონზომიერებების ცოდნა ტექსტების გაგებისათვის გამოიყენონ, აუცილებელია მათი განმტკიცება სიტყვაწარმოებითი სავარჯიშოებით. არსებობს სხვადასხვა ტიპის სავარჯიშო, როგორცაა, მაგალითად, კომპოზიტების ფორმირება, უშუალო შემადგენელი კონსტიტუენტების იდენტიფიცირება და მათი ურთიერთმიმართებების ანალიზი, კომპლექსური სიტყვის მნიშვნელობის ახსნა პარაფრაზით, სიტყვების წარმოება სუფიქსის ან პრეფიქსის მეშვეობით, აფიქსთა ფუნქციების გამოვლენა.

გერმანული ენის თანამედროვე სახელმძღვანელოებში სათანადოდ არ არის განხილული სიტყვაწარმოება. ამიტომაც შეიძლება ჩვენს მიდგომას ინოვაციური ეწოდოს. არც ლექსიკონები შეიცავს ყოველთვის საკმარის ინფორმაციას სიტყვაწარმოების შესახებ, რამდენადაც ყველა ლექსიკური ერთეული არ არის რეგისტრირებული. შესაბამისად, სიტყვაწარმოების საბაზისო ცოდნა აუცილებელია სიტყვის ლექსიკონში ძიებისას. სტუდენტისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს იმის ცოდნას, თუ რომელი ლექსემის მიხედვით უნდა მოიძიოს ესა თუ ის რთული სიტყვა ლექსიკონში. თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ ელექტრონულ ლექსიკონებში სიტყვაწარმოება უფრო დეტალურად არის წარმოდგენილი.

ჩვენი მიდგომა ასევე ითვალისწინებს სიტყვათა თამაშებს სხვადასხვა ტექსტური ჟანრიდან. ამგვარი სიტყვათა თამაშები შეიძლება არა მარტო დაეხმაროს სტუდენტებს სიტყვაწარმოებითი კონსტრუქციის გაგებაში, არამედ ასევე ბიძგი მისცეს მათ, შექმნან ახალი სიტყვები, რაც ხელს შეუწყობს მათი ენობრივი კრეატიულობის განვითარებას.

საკვანძო სიტყვები: სიტყვაწარმოება, კომპოზიცია, დერივაცია, გერმანული როგორც უცხო ენა.



თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში გულთამზე თავდგირიძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

gultamze.tavdgiridze@bsu.edu.ge

რეზიუმე

ჩვენს მიერ ჩარატებული კვლევების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ამიაკური და ნიტრატული ფორმები ხელს უწყობენ მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვებას და პირიქით, ხელს უშლიან ამიდების დაგროვებას.

ამიაკური და ნიტრატული კვების ფონზე ფოთლებში ამინომჟავებიდან ჭარბობს პროლინი, რაც მიუთითებს ფოთლების უნარზე წარმოქმნან პროლინი, რომლის სინთეზისათვის საწყის ნაერთს წარმოადგენს გლუტამინის მჟავა, რომელიც აზოტით ნორმალური კვებისას გროვდება 64 – 72 %. თავისუფალი ამინომჟავების საერთო რაოდენობიდან ლიტერატურაში მსგავსი მონაცემები ჩვენი რეგიონისთვის (აჭარა) არ არის აღნიშნული მანდარინის „უნშიუს“ ფოთლებში, რაც ჩვენს მიერ პირველად იქნა დადგენილი.

საკვანძო სიტყვები: მანდარინი „უნშიუს“; მცენარეთა ბიოქიმია; აზოტოვანი სასუქები; ამინომჟავები;

შესავალი

ორგანიზმის ცხოველმყოფელობისათვის ამინომჟავების მნიშვნელობა საყოველთაოდ ცნობილია, რამდენადაც ისინი შეადგენენ სამშენებლო მასალას ცილებისთვის. ციტრუსოვანთა ნაყოფები ხასიათდებიან ამინომჟავების მაღალი შემცველობით, რომლებსაც შეიცავენ ფოთლები, ნაყოფები თავისუფალი სახით ან შედიან ცილების შემადგენლობაში. მცენარეებში ამინომჟავები გამოიყენება ცილების სინთეზისთვის, ნუკლეინის მჟავების, ალკალოიდებისა და სხვა აზოტოვანი ნივთიერებებისთვის, რომლებიც, თავის მხრივ, გამოიყენება უაზოტო შენაერთებად - ორგანულ მჟავებად, ნახშირწყლებად და ცხიმებად.

ცილებისა და ამინომჟავების შემცველობა ნაყოფში მცირეა, მაგრამ ისინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ თვით ნაყოფისა და მისი გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტის

საგემოვნო ღირებულების შექმნაში. თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა ბევრად არის დამოკიდებული მცენარის მინერალურ კვებაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ თავისუფალი ამინომჟავების დონე მცენარეებში მკვეთრად შეიძლება შეიცვალოს მცენარის ასაკის, რიგი გარემო პირობების, კვების თავისებურების დამოკიდებულების გამო. ამასთან იცვლება არა მარტო კონცენტრაცია, არამედ ამინომჟავების ხარისხობრივი შემადგენლობა. მცენარეებში აზოტოვანი ცვლის დარღვევას ხშირად მივყავართ რიგი ამინომჟავების შემცირებასთან ან სრულ გაქრობასთან, ან კიდევ მათი საერთო შემადგენლობის მომატებასთან.

ბ. პ. პლეშკოვი [5] აღნიშნავს ინდივიდუალური ამინომჟავების დამოკიდებულებას მინერალური კვების სხვადასხვა პირობებისაგან დამოკიდებულებით თავისუფალი ამინომჟავების საერთო რაოდენობის ზრდასთან ერთად. მათი დაგროვება შეინიშნება მცენარეებში კალიუმის, ფოსფორის, გოგირდის, კალციუმის, მანგანუმის, აგრეთვე რიგი მიკროელემენტების უკმარისობისას და ასევე ზედმეტი კვების დროს. ამასთან ამინომჟავების შემცველობის მატება შეინიშნება მცენარის აზოტით კვების საუკეთესო პირობებში. ნაყოფში თავისუფალი ამინომჟავები ხვდება ფოთლებიდან.

კვლევის მიზანი და მეთოდები

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა შესწავლა ამიაკური და ნიტრატული კვების ფონზე მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა.

ამისათვის აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების გამოყენებით კვლევა ჩატარდა 7 ვარიანტზე, ოთხჯერადი განმეორებით:

1. უსასუქო;
2. ფონი - PK+CaO (აგროწესების მიხედვით);
3. ფონს + ამონიუმის გვარჯილა;
4. ფონს + შარდოვანა;
5. ფონს + შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა N₁ დოზა;
6. ფონს + შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა N₂ დოზა;
7. ფონს + ამონიუმის სულფიტი;

წლის მანძილზე აზოტოვანი სასუქები შეგვქონდა აგროწესების მიხედვით (აზოტის ერთ ნორმად ითვლება 250 გრ სუფთა ელემენტი ერთ ხეზე) 2 ჯერ: ყვავილობამდე - საერთო დოზით 60% და ყვავილობის შემდეგ 40% [3]. საანალიზოდ ფოთლებს ვიღებდით პირველი და მეორე ვეგეტაციის ბოლოს.

ჩვენს მიერ ციტრუსოვანთა ფოთლებში განსაზღვრული იქნა 38 ამინომჟავა. ამინომჟავების განსაზღვრა ხდებოდა ავტომატურ ანალიზატორზე. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილი #1-ში.

კვლევის შედეგები და მათი განხილვა

ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ყველა ვარიანტზე ფოთლები შეიცავდნენ ცილებთან არაბმულ შენაერთს, რომელთა შემადგენლობაში შედიოდა ამინო ჯგუფები, მათ შორის β - ალანინი, ციტრულინი, ფოსფოსერინი. ასპარაგინი და გლუტამინი გვხვდებოდა მხოლოდ თავისუფალი სახით, დანარჩენი ამინომჟავები ცილების შემადგენელი ელემენტებია (ცხრილი #1).

ამინომჟავების შემცველობა ფოთლებში,

მგ/გ მშრალი მასიდან

ცხრილი #1

#	ცდის ვარიანტები ამინომჟავები	უსასუქო	PK+CaO ფონი	ფონს	ფონს	ფონს+	ფონს+	ფონს
				+ ამონ იუმი ს გვარ ჯილ ა NH ₄ N O ₃	+ შარდ ოვანა CO(N H ₂) ₂	შარდო ვანა ფორმა ლდეჰ ი- დური ფორმა N ₁	შარდოვ ანა ფორმა ლდე- ჰიდურ ი ფორმა N ₂	+ სულ- ფატა -მო- ნიუმ ი (NH ₄) ₂ SO ₄
1	ფოსფოსერინი	0,195	0,245	0,250	0,270	0,173	0,170	0,159
2	ტაურუნი	-	-	-	-	-	-	-
3	ფოსფოეთანოლა- ლანინი	-	-	-	-	-	-	-
4	შარდოვანა	-	-	-	-	-	-	-
5	ასპარაგინის მჟავა	0,126	0,800	0,418	0,548	0,388	0,683	0,640
6	ჰიდროქსიპროლი- ნი	-	-	-	-	-	-	-
7	<u>თრეონინი</u>	1,386	0,643	1,063	0,771	0,540	0,905	0,772
8	სერინი	3,303	1,448	1,631	1,341	0,582	1,861	1,734

9	ასპარაგინი	0,116	0,145	0,175	0,087	0,093	0,248	0,233
10	გლუტამინის მჟავა	2,040	0,907	0,352	0,705	0,396	1,126	0,765
11	გლუტამინი	0,286	0,153	0,049	0,038	0,168	0,076	0,045
12	სარკოზინი	–	–	–	–	–	–	–
13	α –ამინოაზიდინი	0,143	0,125	0,108	0,052	0,108	0,169	0,190
14	პროლინი	36,46	14,58	29,08	27,47	14,44	26,90	34,96
15	გლიცინი	4,156	3,761	4,328	3,655	2,485	3,896	4,430
16	ალანინი	4,150	2,451	2,436	2,026	1,430	3,463	2,851
17	ციტრულინი	0,073	0,147	0,128	0,165	–	–	0,036
18	α–ამინოცხიმოვანი მჟავა	–	–	–	–	–	–	–
19	ვალინი	1,435	1,216	1,241	1,025	0,783	1,309	1,030
20	ცისტინი	–	–	–	–	–	–	–
21	მეთიონინი	0,195	0,214	1,147	0,130	0,143	0,208	0,147
22	ცისტათიონი	–	–	–	–	–	–	–
23	იზოლუციინი	0,548	0,333	0,134	0,282	0,220	0,383	0,351
24	ლუციინი	1,878	0,590	0,680	0,501	0,354	0,680	0,572
25	თიროზინი	0,324	0,230	0,078	0,086	0,078	0,216	0,153
26	β–ალანინი	0,432	0,128	0,141	0,211	0,128	0,125	0,064
27	ფენილალანინი	0,653	0,202	0,305	0,249	0,207	0,498	0,249
28	β–ამინოიზოცხიმი	–	–	–	–	–	–	–
29	γ–ამინოცხიმი	16,816	10,731	9,905	8,42	9,906	13,808	9,466
30	ჰიდროქსილიციინი	1,234	0,868	0,714	0,927	0,544	1,052	1,091
31	ორნიტინი	0,147	0,072	0,087	0,058	0,058	0,072	0,058
32	ლიზინი	1,751	0,614	0,823	0,535	0,366	0,823	0,634

33	1-მეთილჰისტი- დინი	-	-	-	-	-	-	-
34	ჰისტიდინი	0,097	0,041	0,278	0,020	0,20	0,020	0,041
35	3-მეთილჰისტი- დინი	-	-	-	-	-	-	-
36	<u>ტრიფტოფანი</u>	0,115	0,052	0,052	0,041	0,042	0,084	0,084
37	კარნოზინი	-	-	-	-	-	-	-
38	არგინინი	0,408	0,238	0,215	0,021	0,115	0,220	0,182

შენიშვნა: ხაზგასმულით აღნიშნულია შეუცვლელი ამინომჟავა.

დადგენილი იქნა, რომ ამინომჟავების ჯამი ყველაზე მეტია უსასუქო ვარიანტის მცენარეებიდან აღებულ ფოთლებში, რაც შეიძლება აიხსნას საკვები ელემენტების (K, P და სხვა) მცენარის ნაკლებად უზრუნველყოფით, რომლის მიზეზია ცილების სინთეზის შესუსტება ამინომჟავებიდან.

შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა 1 - 2 დოზის შემთხვევაში ციტრულინის შემცველობა არაა, რაც მიუთითებს მის სწრაფ გარდაქმნას აზოტით თანაბარი კვების დროს, რაც ხელს უწყობს ცილების სინთეზს. აზოტით უფრო ძლიერი კვება (მე-3, მე-4, მე-6 და მე-7 ვარიანტები) ხელს უწყობს ფოთლებში თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვებას, მაგრამ რამდენადმე ასუსტებს ცილების სინთეზს; ამასთან იგრძნობა ნახშირწყლების უკმარისობა, შეინიშნება გლუტამინის უპირატესობა ასპარაგინზე. მე-2 ვარიანტში ნათლად ვლინდება მცენარეთა კალიუმით, ფოსფორით, კალციუმით საკმაო და აზოტით არასაკმარისი კვება.

აღსანიშნავია, რომ ფოთლებში ამინომჟავებიდან ჭარბობს პროლინი, რომელიც შედის 1,4 - 3,6 მგ% მშრალი მასიდან, რაც მიუთითებს ფოთლების მიერ პროლინის წარმოქმნის უნარზე. მსგავსი მონაცემები ჩვენი პირობებისათვის (აჭარის) ლიტერატურაში არ არის აღნიშნული მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში.

აზოტით ნორმალური კვებისას გროვდება 64 - 72% პროლინი თავისუფალი ამინომჟავების საერთო რაოდენობიდან. თუ ერთმანეთს შევადარებთ მე-2 და მე-5, ესე იგი უაზოტო და სხვა ელემენტებით (P, Ca, P და სხვა) უზრუნველყოფის დროს აზოტით ყველაზე თანაბარი კვების ვარიანტებს, დავინახავთ, რომ უკანასკნელში თავისუფალი ამინომჟავების დაბალი შემცველობისას (მე-5 ვარიანტი) პროლინის ხვედრითი მასა მნიშვნელოვნად მეტია (64% ნაცვლად 52%-სა), რაც დიდ ინტერესს იწვევს და საჭიროებს შემდგომ შესწავლას.

პროლინის სინთეზისათვის საწყის ნაერთს წარმოადგენს გლუტამინის მჟავა, რომელიც შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა N₁ დოზის ვარიანტში ნაკლებია 11,75 - 3,3% მიმართებაში, ვიდრე სხვა ვარიანტებზე. ასპარაგინისა და გლუტამინის მჟავების ჯამი შეადგენს 3,5 % - 6,1% მიმართებით, ხოლო ალანინის მჟავასი 6,3%-ს 8,8% -ის ნაცვლად (ცხრილი #1). ამრიგად, თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი

შედგენილობა აზოტით უზრუნველყოფის დიაგნოსტიკის ერთ - ერთი დადებითი მაჩვენებელია.

დანარჩენ შემთხვევაში ამიაკური და ნიტრატული კვების დროს მცენარის ფოთლებში ამინომჟავების შემცველობა მკვეთრად მცირდება. როგორც ცხრილი #1-დან ჩანს გამონაკლის წარმოადგენს ამინო ასპარაგინი, რაც მოწმობს ამინომჟავების გაძლიერებულ დაგროვებას რეპროდუქციულ ორგანოებში, ნაყოფებში. ამონიუმის გვარჯილასა და შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა N_2 დოზაზე ამონიუმის სულფატის ვარიანტზე გამონაკლისს წარმოადგენს ამიდ ასპარაგინი, რომლის შემცველობა გაიზარდა კონტროლთან შედარებით. იმდენად რამდენადაც ასპარაგინი წარმოადგენს აზოტის სამარაგო ფორმას, მაშინ შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ მოცემულ შემთხვევაში სამარაგო ფუნქციის შესრულება წარმოადგენს თავისუფალი ამიაკის კონცენტრაციის შემცირებას.

დ. ნ. პრიანიშნიკოვი [7, 8] და ვ. ლ. კრეტოვიჩი [4] აღნიშნავენ, რომ მცენარის ფოთლებში ამიდის დაგროვება ხდება აზოტოვანი სასუქის ამიაკური ფორმით კვებისას. უმრავლეს უმაღლეს მცენარეებს ჭარბი ამიაკის გაუვნებელოება ხდება ამიდების წარმოქმნით, როგორცაა ასპარაგინი და გლუტამინი. მცენარეებში ძირითადად დომინირებს ორი ამიდი - ასპარაგინი და გლუტამინი. ეს აიხსნება იმით, რომ როდესაც მცენარის ფოთოლში მეტია ამიაკი, მაშინ დომინირებადი როლი ეკუთვნის ასპარაგინს, ხოლო ამიაკის ნაკლებობისას - გლუტამინის. მაგრამ ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების თანახმად, მანდარინის ფოთლებში მიმდინარეობდა ასპარაგინის დაგროვება მაშინ, როდესაც გლუტამინი, როგორც რეაქტიულად უნარიანი ამიდი, არ გროვდებოდა.

უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ასპარაგინის რაოდენობრივი უპირატესობა გლუტამინზე ყველა ვარიანტზე შეინიშნებოდა (ცხრილი #1). დ. ნ. პრიანიშნიკოვისა [8] და ვ. ლ. კრეტოვიჩის [4] მიერ ჩატარებული კვლევების თანახმად გლუტამინის უპირატესობა ასპარაგინზე ჩვეულების შეინიშნება იმ მცენარეებში, რომლებიც მდიდარი არიან ნახშირწყლებით.

გარდა აღნიშნული ამინომჟავებისა, ჩვენს მიერ დადგენილ იქნა, რომ მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში არ გვხვდება/არ არის აღმოჩენილი ისეთი ამინომჟავები, როგორცაა: ტაურინი; ფოსფორეთანოლამინი; შარდოვანა; ჰიდროქსიპროლინი; სარკოზინი; α - ამინოცხიმჟავა; ცისტატიონი; ცისტინი; β - ამინოცხიმჟავა; γ - ამინოცხიმჟავა; ჰიდროქსილიცინი; 1 - მეთილჰისტიდინი; 3 - მეთილჰისტიდინი და კარნოზინი.

ჩამოთვლილი ამინომჟავების არ არსებობა მანდარინის ფოთლებში აიხსნება შემდეგი გარემოებებით:

ტაურინი - ეს არის სულფომჟავა (გოგირდშემცველი ამინომჟავა). ის შედის მცენარეული წარმოშობის მარცვლებში, რომელიც წარმოიქმნება ცისტეინისა და მეთიონინისაგან. მცენარეულ მასაში მისი შემცველობა მინიმუმია. ის აუმჯობესებს ფოტოსინთეზს და ზრდის მისი ეფექტიურობას, აგრეთვე მცენარის ზრდასა და მოსავლიანობას. ასევე ხელს უწყობს ქლოროფილის შემცველობის ზრდას მცენარის ფოთლებში. აუმჯობესებს მცენარის ადაპტაციას გვალვის, ტემპერატურის ცვალებადობის მიმართ.

ფოსფორეთანოლამინი და შარდოვანა არა ფოთლებში, რადგანაც მათ ითვისებენ ფოთლები და შარდოვანაზე ფერმენტ ურეაზითი [1] იშლება სწრაფად NH_3 და ამიტომაც ის არ გვხვდება არც ერთ საკვლევ ვარიანტში.

ჰიდროქსიპროლინის - არ არსებობა ფოთლებში აიხსნება იმით, რომ ის წარმოდგენილია როგორც 1-3-მეთილჰისტიდინის სახით. ჰიდროქსიპროლინი არასტანდარტული ამინომჟავაა, რომელიც განსხვავდება პროლინისაგან იმით, რომ მას აქვს ჰიდროქსილის ჯგუფი, მეთილნახშირბადის ერთ - ერთი ატომი.

სარკოზინი - იგივე მეთილგლიცინი წარმოებულია ამინომჟავა გლიცინისაგან და ასევე სერინის წინამორბედაა.

α - ამინოცხიმჟავა - არის ამინომჟავეების ცვლის საბოლოო პროდუქტი. არსებობს ორი ფორმით - α -ამინო ადიპინის მჟავა და D α - ადინის მჟავა. ბუნებაში დომინირებს α ფორმა და ჩართულია ცილების ურთიერთქმედებასა და ზოგიერთი ცილის სინთეზში.

β - ამინოცხიმჟავა - წარმოადგენს კატაბოლიზმის პროდუქტს პირიმიდინის, ურაცილისა და თიმიდინისა, რომლებიც წარმოიქმნება ფერმენტის მოქმედებით.

γ - ამინოცხიმჟავა - მონაწილეობს გლუკოზის მეტაბოლიზმში. ეს არის იზომერი დანარჩენი β , γ ამინომჟავეებისა. ისინი ცნობილი არიან როგორც მოსავლის ზრდისა და დაავადების საწინააღმდეგო ამინომჟავეები.

ცისტატინი - გოგირდის შემცველი დიამინოკარბომჟავაა. წარმოადგენს შერეულს თიოეთილთან, რომელიც წარმოადგენს გოგირდშემცველ ცისტეინს. ის არის ერთ - ერთი მნიშვნელოვანი მეტაბოლიტი, რომელიც წარმოიშობა გოგირდის გარდაქმნის პროცესში მეთიონიდიდან ცისტეინზე.

ცისტინი - წარმოადგენს თიოლინის ჯგუფის მრავალი ცილის „დონორს“ პეპტიდებისათვის, რომელიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მათ მეტაბოლიზმსა და ბიოლოგიურ აქტიურობაში. მონაწილეობს ცილებისა და ფერმენტების წარმოქმნაში, აგრეთვე მცენარის ზრდასა და განვითარებაში.

კარნოზინი - ნივთიერებაა, რომელიც შედგება ორი ამინომჟავასაგან. ის საშუალებას არ აძლევს უჯრედების მუშაობის დაშლას და ასევე წარმოადგენს ანტიოქსიდანტს.

დასკვნა

ამრიგად, ჩვენს მიერ ჩარატებული კვლევების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ამიაკური და ნიტრატული ფორმები ხელს უწყობენ მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში თავისუფალი ამინომჟავეების დაგროვებას და პირიქით, ხელს უშლიან ამიდების დაგროვებას. ამასთანავე მანდარინის მცენარეთა საკვებად უფრო მისაღებია აზოტის ამიაკური ფორმა, ვიდრე ნიტრატული. შესაბამისად, ვარიანტების შედარებამ შესაძლებელი გახადა ასახულიყო აზოტის მნიშვნელობა საკმარისი კვებისას, რომლის დროსაც მცენარეები ამინომჟავეებს უკეთ იყენებენ ცილოვანი ნივთიერებების წარმოსაქმნელად.

პირველი და მეშვიდე ვარიანტების შედარებისას, მცენარეთა ფოთლები გამოირჩევიან მეტი რაოდენობის თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვებით. მე-7 ვარიანტში მცენარეები არიან აზოტით უხვად კვების პირობებში. მათ ფოთლებში არასაკმარისი რაოდენობითაა ნახშირწყლები და აღინიშნება ასპარაგინის სიჭარბე გლუტამინზე. პირველი ვარიანტის მცენარეთა ფოთლებში კი, რომელთა აზოტით კვება დაბალია, ნახშირწყლები საკმარისი რაოდენობითაა და გლუტამინი სჭარბობს ასპარაგინს.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, აზოტის სრულყოფილად გამოყენების ყველაზე ოპტიმალური პირობებია მეხუთე ვარიანტი.

ლიტერატურა

1. თავდგირიძე გ. აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ურეაზას აქტივობაზე, ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, #3, ანასეული, 1991, გვ. 57 – 59
2. თავდგირიძე გ. აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა მანდარინის ფოთოლში თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვებაზე, ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, #1, ანასეული, 1989, გვ. 90 – 93
3. Агроправила по цитрусовым культурам, Тбилиси, 1977, с. 52
4. Кретович В. Л. Биохимия азотного обмена, изд – во «Наука», М., 1983, с. 496
5. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений, изд – во «Колос», М., 1969 , с. 488
6. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений, изд – во «Колос», М., 1976, с. 253
7. Прянишков Д. Н. Азот в жизни растений и земледелие СССР, (избранные сочинения), т. 3, М., изд – во «Колос», 1965, с. 618
8. Прянишков Д. Н. Технический и биологический азот (избранные сочинения), т. 1, М., изд – во «Просвещение», 1974, с. 755
9. <https://wikipedia.org>
10. <https://consu-med.ru/ehnciklopediya/element/taurin/>
11. <https://dzen.ru/a/ZE0UlmvfazETenbh>
12. <https://fitomarket.com.ua/fitoblog/taurin-preimuschestva-i-pobochnye-effekty>
13. <https://helix.ru/kb/item/06-226>
14. <https://helix.ru/kb/item/06-437>
15. <http://nanit.ua/materials/873-aminokisloty-v-zhizni-rastenij.html>
16. <https://impellobio.com>



Thermogravimetric Analysis of Biocomposites Based on *Yucca gloriosa* Modified with Organic Compounds

Mariam Mtchedlishvili¹✉, Lali Tabatadze², David Gventsadze³,
Antonina Mskhiladze⁴, Levan Londaridze⁵

¹PhD student, Sokhumi State University, Faculty of Natural Sciences, Mathematics, Technologies and Healthcare, Department of Chemistry, Politkovskaya St. 61, Tbilisi, 0186, Georgia. marimchedla12@gmail.com; ²Associate Professor, Sokhumi State University, Faculty of Natural Sciences, Mathematics, Technologies and Healthcare, Department of Chemistry, Politkovskaya St. 61, Tbilisi, 0186, Georgia. l.tabatadze@sou.edu.ge; ³Researcher, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, R. Agladze Institute of Inorganic and Electrochemistry, Mindeli St. 11. Tbilisi, 0186, Georgia. david.gven@gmail.com; ⁴Associate Professor, Sokhumi State University, Faculty of Natural Sciences, Mathematics, Technology and Healthcare, Department of Chemistry, Politkovskaya St. 61, Tbilisi, 0186, Georgia. a.mskhiladze@sou.edu.ge; ⁵PhD student, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Faculty of Exact and Natural Sciences, Department of Chemistry, I. Chavchavadze Ave. 3, Tbilisi, 0179, Georgia. levan.londaridze96@gmail.com

ABSTRACT

In recent years, much attention has been paid to the efficient use of renewable plant materials in industrial and chemical technologies. At the present stage, the use of agricultural and household waste to obtain expensive industrial products is one of the pressing issues of the consumer market. Like other developing countries, Georgia has the opportunity to use local natural raw materials and commercially unsuitable polymer waste to produce various products with different performance properties. The article reviews thermogravimetric studies of biomaterials modified with organic silicon and polymer compounds from plant fiber ("*Yucca gloriosa*"). Several studies of thermal decomposition properties of various biopolymer composites reinforced with natural fibers were conducted. Thermogravimetric analysis (TGA) showed the effect of organic compounds on the thermal stability of the composite material. The modification improved the physical and mechanical properties of the samples.

KEYWORDS: Environmental Protection, Renewable Raw Materials, Recycled Polymers, Biocomposite, Thermogravimetric Analysis

INTRODUCTION

Plant raw materials (biopolymer derivatives) are an inexhaustible renewable resource. Derivatives of sulfur, silicon, nitrogen and other carbohydrates with unique properties (bioavailability and membrane permeability) are widely used in pharmaceutical and food technologies, as well as in medicine. The most common polysaccharide in the plant kingdom is cellulose, which is part of the intercellular matrix of higher plants and serves as a structural material. Provides high mechanical strength and elasticity of plant tissues. The β -configuration of the anomeric carbon of cellulose determines the linear structure of the cellulose macromolecule, which in turn leads to the formation of hydrogen bonds both within the chain and between adjacent chains. This structure of the polymer chain provides high mechanical strength, insolubility in water and chemical inertness, which makes cellulose the best material for building plant cell walls [1-7]. Therefore, it is important to use environmentally friendly and renewable cellulose-containing biomass for the production of composite materials in the industrial sector [8]. The aim of the study is to develop innovative technologies for the production of biocomposite materials from the point of view of environmental safety. The research group obtained a biocomposite material with commercial properties, safe for health (without formaldehyde) using a simple and inexpensive technology (hot pressing method), in which phenolic resins were replaced by a non-toxic polymer material - secondary isotactic polypropylene and high-strength fibers of "Yucca gloria" [9-10]. Thermogravimetric analysis (TGA) methods are used to study polymeric materials and composites. TGA measurements provide valuable information that can be used to select materials for specific end-uses, predict product performance, and improve product quality.

TGA measures the amount and rate (speed) of change of mass of a sample as a function of temperature. The measurements are used to determine the thermal and/or oxidative stability of materials, as well as their composite properties [11]. Knowing the stability temperatures of compounds based on their weight, changes in the temperature dependence is another factor to consider regarding the effectiveness of chemical treatments for the purpose of synergizing the chemical bonding between the natural fiber with polymer matrix or with the synthetic fibers [12].

METHODOLOGY

FTIR spectrometric research was carried out on a SHIMADZU "IRSPIRIT" device. Wavelength 4000-600 cm^{-1} , mode - UATR; The microstructure of the biocomposite was studied using an optical trinocular microscope with a Euromex ME 2665 digital camera.

Thermogravimetric analysis of the developed composite materials was carried out on the TG209F3 "Tarsus" installation under atmospheric air conditions, the temperature rise range was 10 degrees/minute, corundum - $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ was used as a thermally inert substance. Thermal analysis was carried test used to evaluate chemical, physical, and structural changes in a material due to a temperature change.

The physical and mechanical characteristics of the biocomposite developed by the hot pressing method, modified with 40, 60 and 80% polypropylene and treated with tetraethoxysilane from "Yucca gloriosa", were studied. To study the physical and mechanical characteristics of the developed samples,

standard pressure forms of water absorption were used; Heat resistance, dependence of softening on T₀ were determined according to "Vika"; The ultimate strength in bending and longitudinal bending, as well as impact toughness were studied.

RESULTS AND DISCUSSION

The resulting samples (Tab. 1.) are characterized by lightness (in the range from 991 to 1178), high compressive strength (41.2-76.6 MPa) and relatively high impact strength (7-12.5 kJ/m²). It should be noted here that the impact strength of the resulting composites with mineral fillers based on isotactic polypropylene does not exceed 7.0 kJ/m², which confirms that in our case yucca fibers are a reinforcing element. With high filling, the water absorption of materials is 2-5%. Modification of these materials with 5% tetraethoxysilane liquid reduced the rate of water absorption by 1.5-2 times, and the strength properties improved by 10-15%.

Table 1.

N ^o	Composite	Relative density, kg/m ³	Compression strength, Mpa	Impact viscosity, kJ/m ²	Water absorption, %
Samples	PP + YGF 40 wt %	991	66,0	8,8	0,1
2	PP + YGF 60 wt. %	1090	53,5	9,5	2,0
3	PP + YGF 80 wt. %	1175	41,2	7,7	6,5
4	PP + YGF 40 wt. % modified with TEOS 5 wt. %	1010	76,6	12,0	0,1
5	PP + YGF 60 wt. % modified with TEOS 5 wt. %	1054	56,3	12,5	1,2
6	PP + YGF 80 wt. % modified with TEOS 5 wt. %	1170	45,4	8,9	5,1

Table 1. Physical and mechanical properties of the samples PP + YGF 40, 60, 80 wt.% and PP + YGF 40, 60, 80 wt.% modified with TEOS 5 wt.%.

Chemical composition of bioorganic composite materials studied by FTIR spectroscopy (sample 6.). In the FTIR spectrum (cm⁻¹, γ, m.n.), in the 80% modified sample (PP + YGF 80 wt.%) modified with TEOS 5 wt.%, a characteristic absorption band of the OH group can be observed in the region of 3000–3500 cm⁻¹; The absorption band in the region of 2839, 2874 cm⁻¹ is characteristic of the valence bond of the –CH₂– group (standing at the C₆ carbon atom); The absorption bond at 2948 cm⁻¹ is characteristic of the vinyl group (–CH=CH₂); 1373 cm⁻¹ (a mixture of aromatic glasses); 1454 cm⁻¹ (–CH₂–propylene); 1620-1680 cm⁻¹ (C=C); Due to the substitution of the aromatic group, an overlap has occurred, so the absorption band of the (C=O) group is not visible; 2339 and 2362 cm⁻¹ regions show

impurities of aromatic and aliphatic nitriles; In the region of 1161 cm^{-1} a characteristic absorption bond of the (Si – O) bond is observed; $900\text{-}1034\text{ cm}^{-1}$ (C-O-C); $700\text{-}600\text{ cm}^{-1}$ (Si-C).

Figure 1.

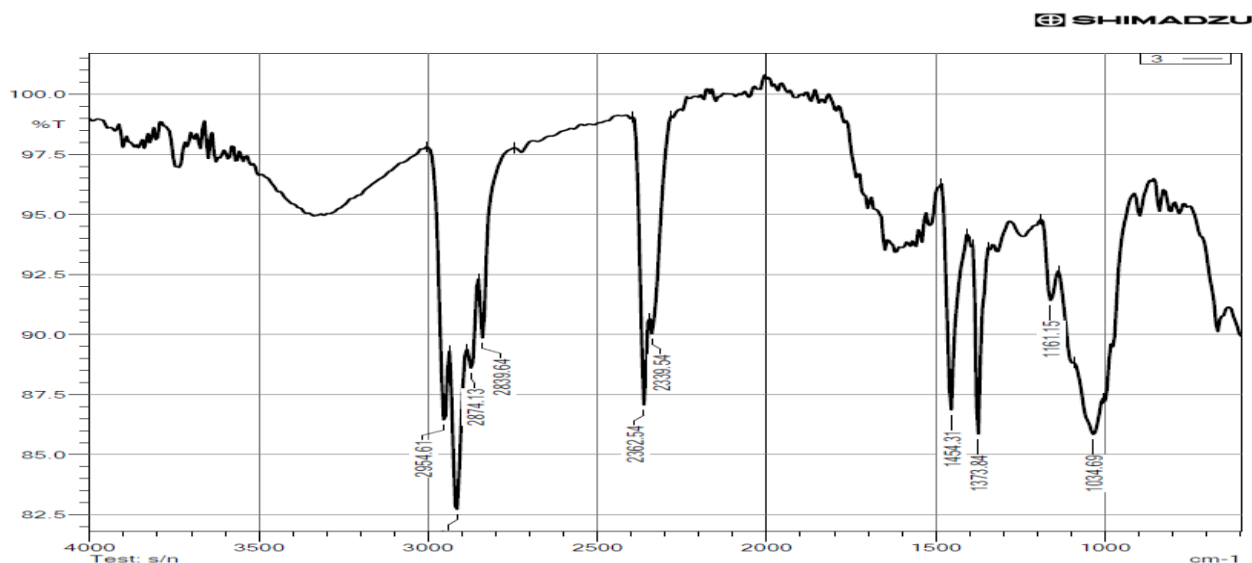


Fig. 1. Sample 6. FTIR spectrum of PP + YGF 80 wt.% modified with TEOS 5 wt.%

Thermal destruction of samples (4.5.6) prepared on the basis of "Yucca slavnaya" was studied by thermogravimetric analysis, which was observed using TG, DTA, DTG curves (Fig. 2-4). For thermogravimetric analysis, the samples were heated from room temperature to 250°C - 500°C . The temperature was selected based on the chemical structure of the biopolymer containing "Yucca slavnaya". Since the material is of organic origin, the mass loss of each of them at 500 degrees was approximately $>90\%$.

In the cases of samples 4.5 and 6, the materials exhibit thermal stability up to 250 degrees. Observation of the TG curve clearly shows that the main mass loss occurs between 250 and 350 degrees, which reflects the thermal-oxidative destruction of the material. This point of view is confirmed by the DTA curve, which records the exothermic effect (265, 321 degrees). Meanwhile, the peak of the DTG curve (314 degrees) clearly shows the temperature at which the reaction rate of thermal-oxidative destruction was maximum. In the temperature range from 250 to 425 degrees Celsius, the initial mass loss of sample 6 was approximately 84%. The cases of Sample 4 and Sample 5 were approximately similar to each other, which is explained by the similarity of their composition.

Conditionally by zones: zone I - 25-2500, zone II - 250-3500 and zone III - 350-5000, it can be said that in the second zone the main loss of mass occurs, which on average is 50-65%, at 500 degrees for each of them (example 4.5).) Losses (except for sample 6) amounted to about 95% (table 2.). Example 6 was different: mass loss was 10% up to 250 degrees, which may be due to the removal of volatile substances or moisture. At the same time, the main mass loss is in the range of 250-350 degrees, which is about 41%. In the case of samples 4.5 it is interesting to note that the min. mass loss of samples 4.5 Peak (sample 5. -437.5; and sample 4. -443.3 degrees) is almost the same, the exception is the rapid decrease in mass of sample 6, which is recorded as an exothermic effect, a technical defect is excluded,

most likely, there is some critical temperature at which rapid oxidation of any filler or binder contained in it occurs, or some mass loss event occurs.

Figure 2.

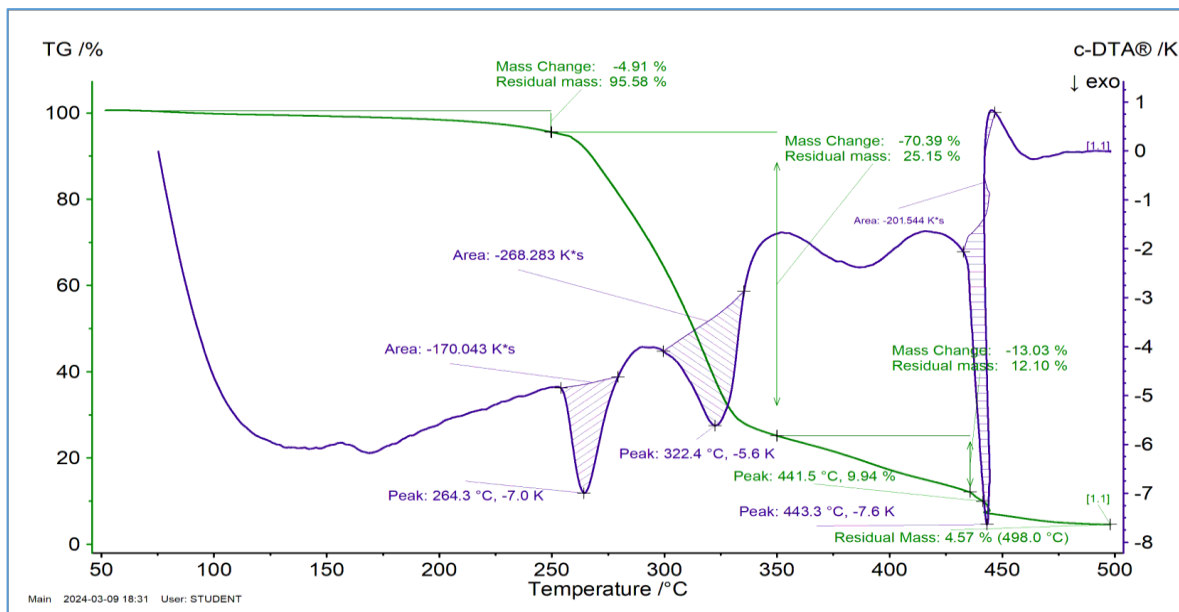
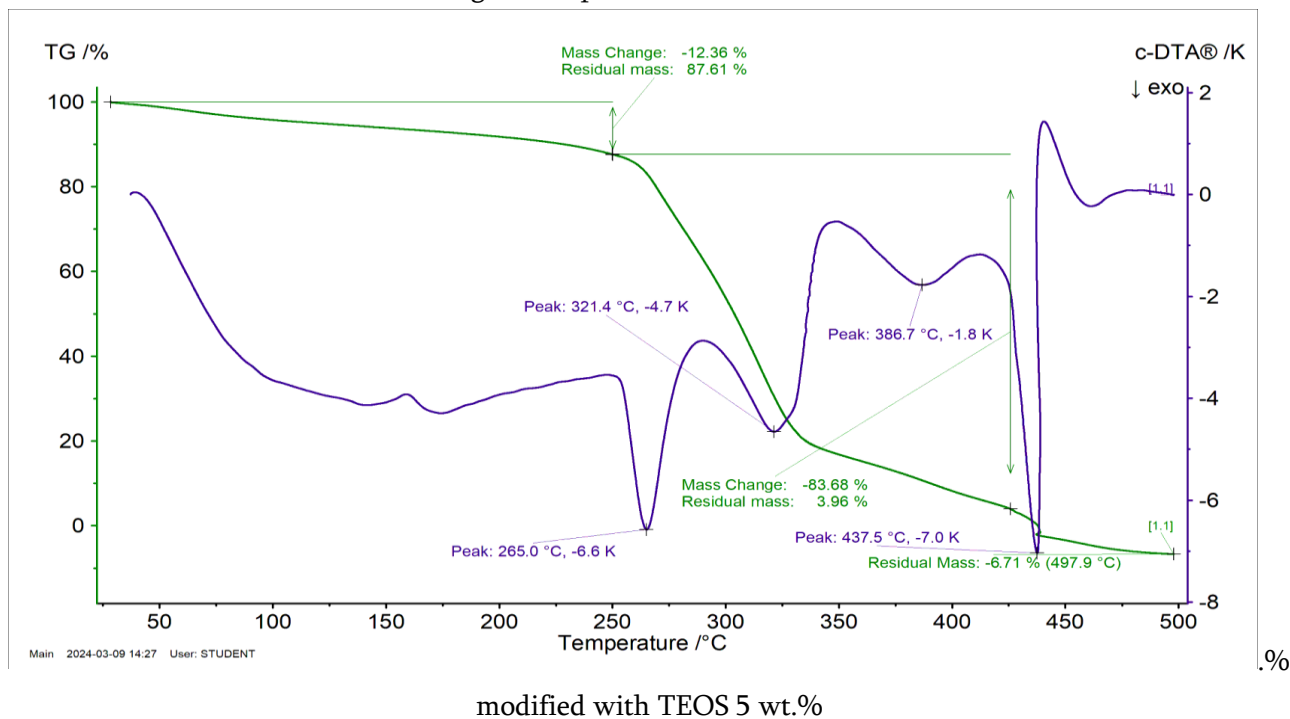


Fig. 2. Sample 4. PP + YGF 40 wt.% modified with TEOS 5 wt.%

Figure 3.

Fig. 3. Sample 5. PP + YGF 60 wt



modified with TEOS 5 wt.%

Figure 4.

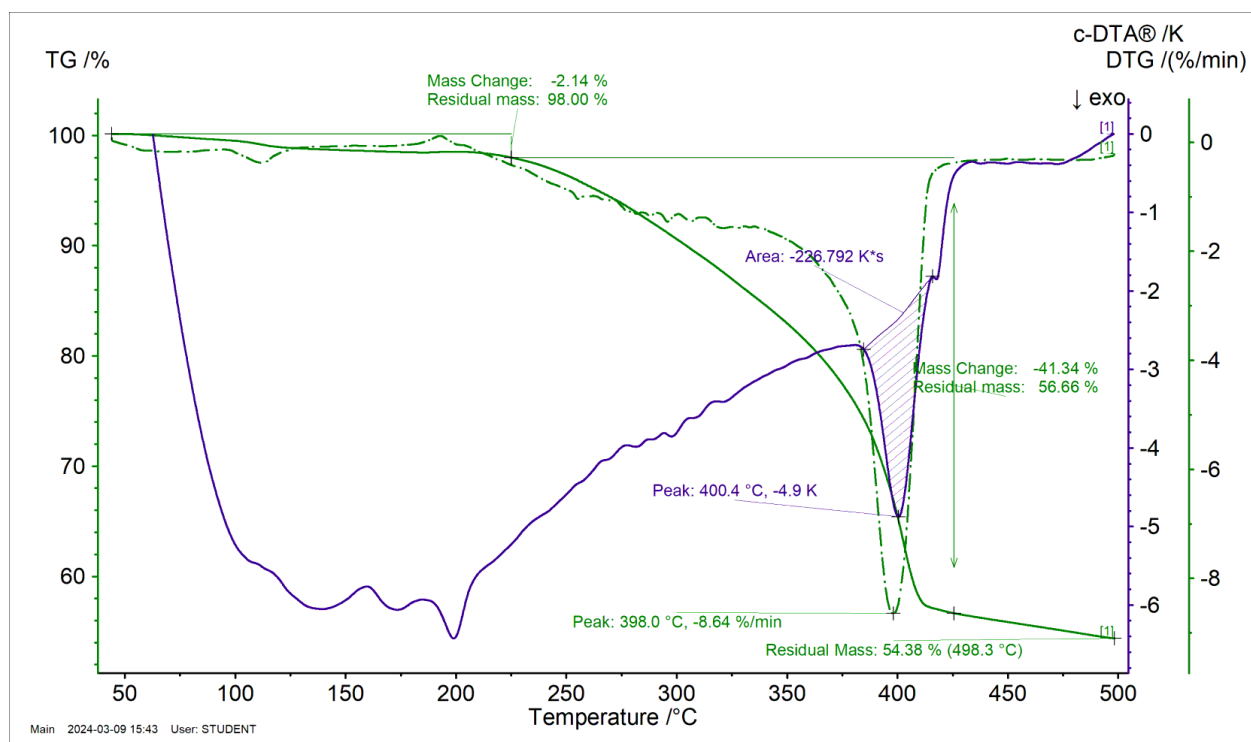


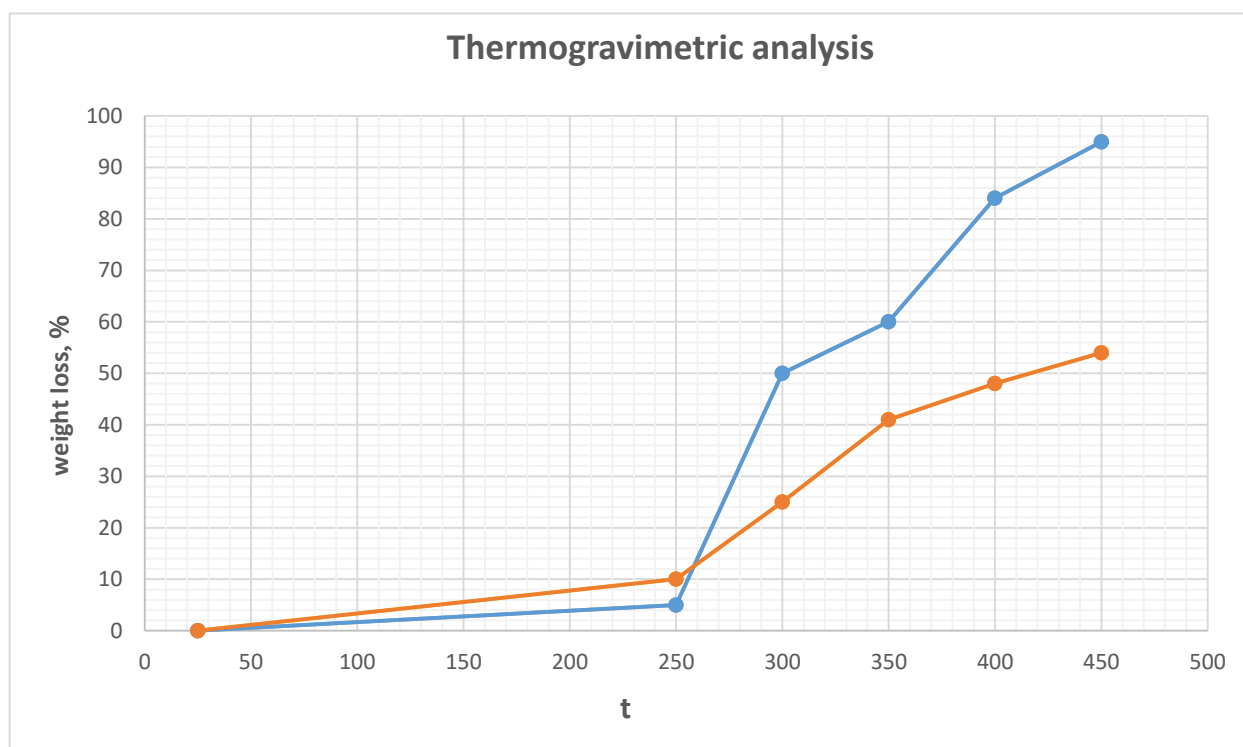
Fig. 4. Sample 6. PP + YGF 80 wt.% modified with TEOS 5 wt.%

Table 2.

Samples	Thermogravimetric analysis %							
	I zone		II zone		III zone			IV zone
	25-250°C	250-270°C	250-350°C		400-498°C			
	TG	DTA	TG	DTA	TG	DTA	DTG	DTA
sample 4. PP+YGF 40 wt.% modified with TEOS 5 wt.%	Mass Change -4.91% Residual Mass 95.58%	Peak 264.3°C Area -170.043k*s	Mass Change -70.39 % Residual Mass 25.15%	Peak 322.4°C Area -268.283 k*s	Residual Mass -4.57% (498.0°C)	Peak 443.3°C, -7.6k Area -201.544 k*s		Peak 386.7° C, -1.8K
sample 5. PP + YGF 60 wt.% modified with TEOS 5 wt.%	Mass Change -12.36% Residual Mass 87.6%	Peak 265.0°C, -6.6K	Mass Change -83.68% Residual Mass 3.96%	Peak 321.4°C, -4.7K	Residual Mass -6.71% (497.9°C)	Peak 386.7°C, -1.8K		Peak 437.5° C -7.0K
sample 6. PP + YGF 80 wt.% modified with TEOS 5 wt.%	Mass Change -2.14% Residual Mass 98.00%		Mass Change -41.34% Residual Mass 56.66%		Residual Mass 54.38% (498.3°C)	Peak 400.4°C, -4.9K Area -226.792 k*s	Peak 386.7°C -1.8K	

Table 2. of the samples 4,5,6 (PP + YGF 40, 60, 80 wt.% modified with TEOS 5 wt.%)

Mass loss depending on temperature



Samples 4-5; Sample 6

Scheme 1. Of the samples 4,5,6 (PP + YGF 40, 60, 80 wt.% modified with TEOS 5 wt.%)
Graphical analysis

CONCLUSION

The article discusses the technologies for processing renewable plant raw materials and secondary polymer products in order to obtain thermoplastic and thermosetting samples manufactured using new, simple and inexpensive technologies - for use in industrial production (construction, furniture, home design). New bio composite materials free from formaldehyde have been obtained - based on renewable plant raw materials and recycled polymers - with improved physical and mechanical properties, high environmental friendliness and simple production technology, meeting modern and international requirements for similar materials. The modification of organic compounds improved the physical and mechanical characteristics of the developed biomaterial. The polymer matrix decomposes in between the range of 300 and 500 °C. Either for structural or non-structural applications, other potential strategies for the thermal stability improvement for composite structures with chemically treated natural fiber-reinforced polymer composites are hybridizing with synthetic fibers. Thermogravimetric analysis (TGA) revealed the influence of chemical compounds on the thermal stability of bioorganic composite materials.

LITERATURE

1. Nicola Careddu, Giampaolo Siotto, Riccardo Siotto, Caterina Tilocca. From landfill to water, land and life: The creation of the Centre for stone materials aimed at secondary processing. *J. Resources Policy*, 2013. V. 38(3), P. 258-265.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420713000378>
2. Sidamonidze N. N., Tabatadze L. V., Vardiashvili R. O., Nutsubidze M. O., Iremashvili D. J., Chachua E. I., Shengelia N. G. (2023) Hydrosulphurisation Reactions of Allyl Derivatives of Altropryanose with Mercaptans. *J. Oxidation Communications*, 47(2):337-344.
<https://scibulcom.net/en/journal/0209-4541/issue/2023-46-2/>
3. Tabatadze L. V., Sidamonidze N. N., Pirveli N. O., Gakhokidze, R. A. (2005) Synthesis of Certain S-containing Disaccharide derivatives. *J. Chemical Natural Compounds*. 41(5):592-593;
<https://doi.org/10.1007/s10600-005-0215-7>
4. Tabatadze L. V., Gakhokidze R. A., Lomtadze Z. Sh., Sidamonidze N. N., Sabauri N. A. (2007) Synthesis and antimicrobial activity of sulfur-containing glycosides. *J. Pharmaceutical Chemistry* This link is disabled. 41(8):407-408.
5. Sidamonidze N. N., Tabatadze L. V., Vardiashvili R. O., Nutsubidze M. O., Iremashvili D. J., Chachua E. I., Shengelia N. G. (2023) Hydrosulphurisation Reactions of Allyl Derivatives of Altropryanose with Mercaptans. *J. Oxidation Communications*, 47(2):337-344.
<https://scibulcom.net/en/journal/0209-4541/issue/2023-46-2/>
6. Sidamonidze, N.N., Tabatadze, L.V., Vardiashvili, R.O. (2022) Condensation Reactions of 1-Chloro-2,3,4-tri-O-acetyl- α -L-Arabinopyranose and 1-Chloro-2,3,4-tri-O-acetyl- α -L-Rhamnopyranose with α -Pyrrolidone and ϵ -Caprolactame. *Oxidation Communications*. 45(4), 628-634.
<https://scibulcom.net/en/article/iDO5QnqHP0kPfatsbXE1>
7. Sidamonidze, N.N., Gakhokidze, R.A., Vardiashvili, R.O., Gelovani, T.D., Tabatadze, L.V. (2023) Synthesis and Biological Activity of some Derivatives of N-Glycosylamines. *Oxidation Communications*. 46(1), 87-95. <https://scibulcom.net/en/article/68tkrjXr3gCY4TLLSZhI>
8. Ahmed Tara; Mouhja Bencharki; Angelique Gainvors-Claisse; Françoise Bersin; Omar Jbara; Sébastien Rondot. Investigating Degradation in Extrusion-Processed Bio-Based Composites Enhanced with Clay Nanofillers. *J. Biomass* 2024, 4(3), 658-670;
<https://doi.org/10.3390/biomass4030036>
9. Salthammer, T.; Mentese, S.; Marutzky, R. Formaldehyde in the Indoor Environment. *Chem Rev.* 2010, 110(4), 2536-2572. DOI: [10.1021/cr800399g](https://doi.org/10.1021/cr800399g)
10. Turkadze, Ts.; Gventsadze, D.; Mumladze, T.; Gorgodze, G.; Bochoidze, I. Characterization of Polypropylene Composite Reinforced on Bio-waste from the Production of Tung Oil. Environmental Research, *Engineering and Management*, 2023, 79(4), 29-38. ISSN: 1392-1649. DOI:[10.5755/j01.erem.79.4.33393](https://doi.org/10.5755/j01.erem.79.4.33393)
11. N. M. Nurazzi; M. R. M. Asyraf; M. Rayung; M. N. F. Norrahim; S. S. Shazleen; M. S. A. Rani; A. R. Shafi; H. A. Aisyah; M. H. M. Radzi; F. A. Sabaruddin; R. A. Ilyas; E. S. Zainudin; K. Abdan. Thermogravimetric Analysis Properties of Cellulosic Natural Fiber Polymer Composites: A

ორგანული ნაერთებით მოდიფიცირებული, "იუკა დიდებულის" საფუძველზე შემუშავებული ბიოკომპოზიტების თერმოგრავიმეტრიული ანალიზი

მარიამ მჭედლიშვილი¹, ლალი ტაბატაძე², დავით გვენცაძე³, ანტონინა მსხილაძე⁴, ლევან
ლონდარიძე⁵

¹დოქტორანტი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა, მათემატიკის, ტექნოლოგიებისა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი, ქიმიის მიმართულება. პოლიტკოვსკაიას ქ. 61, თბილისი, 0186, საქართველო. marimchedla12@gmail.com; ²ასოცირებული პროფესორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა, მათემატიკის, ტექნოლოგიებისა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი, ქიმიის მიმართულება. პოლიტკოვსკაიას ქ. 61, თბილისი, 0186, საქართველო. tabatadze@sou.edu.ge; ³მეცნიერ-მკვლევარი, ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, რ. აგლაძის არაორგანული და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. მინდელის ქ. 11. თბილისი, 0186, საქართველო. david.gven@gmail.com; ⁴ასოცირებული პროფესორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა, მათემატიკის, ტექნოლოგიებისა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი, ქიმიის მიმართულება. პოლიტკოვსკაიას ქ. 61, თბილისი, 0186, საქართველო. a.mskhiladze@sou.edu.ge; ⁵დოქტორანტი, ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ი. ჭავჭავაძის გამზირი 3, თბილისი, 0179, საქართველო. levan.londaridze96@gmail.com

აბსტრაქტი: ბოლო წლებში დიდი ყურადღება ეთმობა განახლებადი მცენარეული მასალების ეფექტურ გამოყენებას სამრეწველო და ქიმიურ ტექნოლოგიებში. დღეისათვის სასოფლო-სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გამოყენება ძვირადღირებული სამრეწველო პროდუქციის მოსაპოვებლად სამომხმარებლო ბაზრის ერთ-ერთი აქტუალური საკითხია. სხვა განვითარებადი ქვეყნების მსგავსად, საქართველოსაც აქვს შესაძლებლობა გამოიყენოს ადგილობრივი ბუნებრივი ნედლეული და კომერციულად გამოუსადეგარი პოლიმერული ნარჩენები სხვადასხვა პროდუქტიული თვისებების მქონე პროდუქციის წარმოებისთვის. სტატიაში განხილულია ორგანული სილიციუმის და მცენარეული ბოჭკოების პოლიმერული ნაერთებით მოდიფიცირებული ბიომასალების თერმოს-გრავიმეტრიული კვლევები ("Yucca gloriosa"). ჩატარდა ბუნებრივი ბოჭკოებით გამაგრებული სხვადასხვა ბიოპოლიმერული კომპოზიტების თერმული დაშლის თვისებების რამდენიმე კვლევა. თერმოგრავიმეტრულმა ანალიზმა (TGA) აჩვენა ორგანული ნაერთების გავლენა კომპოზიტური მასალის თერმულ სტაბილურობაზე. მოდიფიკაციამ გააუმჯობესა ნიმუშების ფიზიკური და მექანიკური თვისებები.

საკვანძო სიტყვები: გარემოს დაცვა, განახლებადი ნედლეული, მეორადი პოლიმერი, ბიოკომპოზიტი, თერმოგრავიმეტრიული ანალიზი.



ომი, როგორც აქსიონომიური სისტემების დაპირისპირების ისტორიოსოფიური მოვლენა

ლეონიდ-ლუკა კაზანჯი

leonidluka.kazanji@gmail.com

აბსტრაქტი

ომი ურთულესი ფენომენოლოგიური სისტემური გამოვლინებაა, რომელიც საავსებით შესაძლებელია საკაცობრიო გეოპოლიტიკური ეკონომიკური და გეოკულტურული პროცესების განუყოფელ ნაწილად ჩავთვალოთ. ომი ისტორიოსოფიურ ანალიზს დაქვემდებარებული აზრობრივი მოვლენაა, რომელიც სრულიად დასაშვებია ადამიანის იდეურ-მსოფლმხედველობრივი აზროვნების დიდესტრატული-ღირებულებითი დეკადანსის პრაქტიცირებად იდეოლოგიურ გამოვლინებად ჩავთვალოთ. ომის ფენომენი უკავშირდება საზოგადოებრივი ცნობიერების პოსტ-სტრუქტურალისტურ რღვევას, ასევე იდეონომიურ კრიზისსა და ასტრო-ფილოსოფიურ რეტროგრადულ აზრობრივ უკუსვლას, რაც ვლინდება დაპირისპირებასა და აზრისმიერ-საგნობრივ კონფლიქტში. ომის ფილოსოფია ოდითგანვე წარმოადგენდა კაცობრიობის ფიქრის და განსჯის საგანს, რაც მტკიცდება დასავლური და აღმოსავლური ტრანსცენდენტური სისტემების კვლევის გზით. ომის ფილოსოფია გახლავთ უმნიშვნელოვანესი ფუნქციური თვისებრიობა, რომელიც უპირველეს მიზნად ისახავს საკაცობრიო ფილოსოფიური და ისტორიულ-ფსიქოგენური აზროვნების მმართველ კანონზომიერებათა შესწავლასა და ობიექტურ შემეცნებას. ადამიანი წარმოადგენს მიწიერი სამყაროს ცენტრს და აზრობრივ სისტემურ კონცეპტს. ჩემს მიერ შექმნილი ახალი ფილოსოფიური თეორია-სუბიექტურ-ობიექტივაციური ტრანსცენდენტური შემეცნება იკვლევს ხსნის და განმარტავს ომის ფენომენს-ომი ადამიანის სულიერ-ფსიქოგენეტიკურ სივრცეში აკუმულირებული აზრობრივი ენერჯის დროსა და სივრცეში ნეგატიური ასახვის პირდაპირი პროდუქტია, რომელიც იქმნება სულიერ-ტრანსცენდენტური გონისმიერი ენერჯის ფსიქოლოგისტურ სიბრტყეში არასუბსტანციური განხორციელების ნეგატორულ-კონსომენსატური პროცესის წყალობით. ომის ფილოსოფია კატეგორიოლოგიურ დილემათა სისტემაა, რომლის შემეცნება საუკეთესო გზაა საკაცობრიო აზროვნების განსავითარებლად და განსამტკიცებლად. ომმა უდიდესი როლი შეასრულა წინარე ცივილიზაციების დამბობისა და გადაშენების ტრაგიკულ პროცესში, რაც აისახა ადამიანისა და საზოგადოების ისტორიულ-ფსიქოგენურ და ეთნოსოფიურ ურთიერთქმედებაზე. ომი არ წარმოადგენს მხოლოდ სამხედრო-პოლიტიკურ დაპირისპირებას, მეტიც, ხშირად ყველაზე საზარელი ომის

პრედინომიური წინაპირობა-იდეოლოგიურ სისტემათა კონფლიქტი, ერთა კულტუროგენეტიკური ცნობიერების შეუთავსებლობა და გეოკულტუროსოფიური მტრობა გახლავთ. წინაანტიკურ ხანაში ასურეთმა როგორც მილიტარისტულმა იმპერიამ შექმნა სამხედრო-კონენომიური ანუ პოლიტიკურ-ძალისმიერი ტირანიის ცნებითი სისტემა, რომელიც შემდგომ განვითარდა ბავბილონის და აქემენიდური ირანის სახელმწიფოთა მიერ მრავალი მიმართულებით. ანტიკურ ხანაში ომის იდეოლოგიის შექმნა და განვითარება წარმართა რომის იმპერიამ, შემდგომ ეპოქაში კი ბიზანტიისა და არაბთა სახელმწიფოებმა. განსაკუთრებულ აღნიშვნას იმსახურებს ომის ფილოსოფიის ორიგინალურ ტრადიციათა არსებობა გერმანულ-სკანდინავიურ, ინდოჩინურ, ბრიტანულ და პირინეის სამყაროში. სტატიაში განხილულია ომის ფილოსოფიის კავშირი ისტორიოსოფიურ სისტემებთან და იდეურ-საგნობრივ მსჯელობათა პარალოგიცისტურ ტრადიციებთან. გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას-ომის ფილოსოფია გახლავთ სიბრძნის ამოუწურავი წყარო, რომელიც გვინატებს გზას საკაცობრიო აზროვნების აპოფატკური მწვერვალებისკენ და გვისახავს ფორმულებს ნათელი მომავლის უზრუნველსაყოფად.

ომი საკაცობრიო ცივილიზაციის ისტორიულ-გენეტიკური სტრუქტურის ფუნქციური თვისებრიობის განუყოფელი ნაწილი და განსაკუთრებული მიმართულება გახლავთ, რომლის ფილოსოფიური ანალიზის განხორციელება საუკეთესო გზაა მსოფლიო ხალხთა სულიერ-მატერიალური პროდუქტის ინტენომიური⁶¹ და ექსტრასოფიური⁶² დაცვის უზრუნველსაყოფად. ომის სრულფასოვანი განმარტება მეცნიერებას შექმნილი არ აქვს, რაც განპირობებულია ზემოაღნიშნული ფენომენის კომპლექსური ბუნებითა და ეპოქალური აზროვნების თვისებრივი გარდაქმნით. გთავაზობთ ომის სამ ცნებით განსაზღვრებას-1-ემპირივისტურ-ფსიქოლოგიცისტური დეფინიცია-ადამიანისა და სახელმწიფოს სოციოგენური⁶³ მისწრაფებებისა და სულიერ-იდეოლოგიური, ასევე კულტუროტროპული აზროვნების შიდა კრიზისის ან მსოფლიოს განსხვავებულ კულტუროგენეტიკურ საფუძვლებთან წინააღმდეგობრიობის პოლიტიცისტურ-კულტუროგენური⁶⁴ გამოხატულება. ემპირივისტურ-ფსიქოლოგიცისტური განმარტება უპირველესად უკავშირდება საზოგადოების როგორც პოლიტიკურ სიბრტყეში განვითარებული ეთნოგენეტიკურ-ფსიქოსოციალურ-კულტუროგენეტიკური სტრუქტურის-მთლიანობისა და ადამიანის, ინდივიდუმის, როგორც სტრუქტურული განსაზღვრულობის მათემატიცისტური მდგენელის ურთიერთქმედებას, რაც ვლინდება მოქმედებასა და იდეურ-საგნობრივ

⁶¹ აზრისმიერი.

⁶² ტრანსცენდენტური.

⁶³ სოციოსტრატული.

⁶⁴ ზეპოლიტიკურ-კულტუროსტრატული.

აქტივაციაში.ემპირივისტურ-ფსიქოლოგიცისტური განმარტება სავსებით შესაძლებელია მივიჩნიოთ იდეოლოგიურ-აზრობრივ კონსომერისტულ⁶⁵ სისტემად, რომელიც უდიდეს როლს ასრულებს კაცობრიობის სულიერ-ქმედითი აზროვნების განვითარების მეტად რთულ ზეეპოქალურ დროსა და სივრცეზე აღმატებულ ისტორიულ-გენეტიკურ პროცესში. ემპირივისტურ-ფსიქოლოგიცისტური თეორია ადამიანთა ეთნოგენეტიკური და ფსიქოსოციალური აზროვნების ურთიერთშერწყმის პროცესის აღწერასა და შემეცნებაზე ორიენტირებული თეორეტიკული მოდელია, რომელიც ცივილიზაციათა ეთნოგენური საწყისების ფსიქოგენეტიკურ აზროვნებასთან თავსებადობის ხარისხობრივ მაჩვენებელთა გამაერთიანებელ ლოგიკურ სისტემურ სივრცედ ძალგვიძს მივიჩნიოთ და იდეურად განვავითაროთ მრავალმხრივ. ჩვენს მიერ შექმნილია ომის მეორე განმარტება-ობიექტურ-კულტუროგენეტიკური თეორია, რომელიც აღიწერება ამგვარად - სახელმწიფოთა და საზოგადოებრივ ეთნოსტრატულ კავშირთა საკუთრივ კულტუროტროპული ურთიერთქმედების კულტურონომიურ⁶⁶ დაპირისპირებაში გადაზრდილი იდეურ-საგნობრივი ბრძოლა, რომელიც მეტწილად არ ვლინდება შეიარაღებულ კონფლიქტში და ძირითადად გამოიხატება კონკრეტული კულტურული სივრცის,ეთნოგენეტიკური მთლიანობის იდეონომიურ⁶⁷-კულტუროლოგიური აზრობრივი ტრადიციების განსხვავებულ გეოკულტურონომიურ⁶⁸ არეალთან იდეური კონფლიქტის სახით. ობიექტურ-კულტუროგენეტიკური თეორია გახლავთ იდეოლოგიური სისტემების, კულტუროგენეტიკური იდეებისა და ზეაზრობრივი იდეალების კონსტრომატიული⁶⁹ ურთიერთქმედების ზესულიერ-კულტუროსტრატული პროცესის აღწერასა და ფსიქოსოფიურ⁷⁰ ანალიზზე ორიენტირებული სისტემა, რომელიც უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს კაცობრიობის ცივილიზაციების იდეოლოგიური და კულტუროსოფიური ურთიერთდაპირისპირებისა და კონკურენციის ურთულეს პროცესში. ობიექტურ-კულტუროგენეტიკური თეორია წარმოადგენს იდეონომიური მიზეზობრივი საწყისებისა და კულტუროგენომისტური⁷¹ აზრობრივი საფუძვლების მიზნობრივ ბმას, რაც დასტურდება მსოფლიო გეოპოლიტიკური სივრცის მითეგენინომიკური⁷² მოძრაობისა და აზეგონური⁷³ განვითარების ისტორიოსოფიური პროცესის შესწავლით. ობიექტურ-კულტუროგენეტიკური

⁶⁵ ზეაზრობრივ

⁶⁶ კულტუროსტრატული.

⁶⁷ იდეური.

⁶⁸ გეოკულტუროგენური.

⁶⁹ ზესულიერი.

⁷⁰ ფსიქოსოგენურ

⁷¹ ზეკულტუროლოგიური.

⁷² მითოგენური.

⁷³ აზრობრივი.

თეორია ომს თვლის განსხვავებულ გეოსტრატეგიულ მისიათა მქონე აზრისმიერ სისტემათა პოტენციური დაპირისპირების ან იდეოლოგიური ომის გამოვლინებად. ზემოთხსენებული თეორეტიკული მოდელი სრულიად შესაძლებელია კულტუროგენეტიკური აზრობრივი სივრცის გაფართოების საუკეთესო გზად ჩავთვალოთ. ობიექტურ-კულტუროგენეტიკური თეორია წარმოადგენს იდეურ-საგნობრივი აზროვნების განვრცობის ფორმულასა და აზრობრივ საფუძველს. ობიექტურ-კულტუროგენეტიკური თეორია გახლავთ იდეალისტური შემეცნების ფორმა და იდეოლოგიური მოძრაობის ანარეკლი, რაც დასტურდება ისტორიულ-გენეტიკური, კულტუროლოგიური და კონფლიქტოლოგიური მასშტაბური კვლევებით. ზემოთხსენებული მოდელი ერთ-ერთი ნოვაციაა ომის ფილოსოფიის მეთოდოლოგიური შესწავლისა და შემეცნების მიმართულებით. ჩემს მიერ შექმნილია ომის განმარტების მესამე თეორია-სუბიექტურ-ობიექტივაციური ტრანსცენდენტური შემეცნება, რომელიც აღიწერება შემდეგი სახით-ადამიანი წარმოადგენს სახელმწიფოს კულტუროსოფიურ⁷⁴ საფუძველს და ანთროპოცენტრულ⁷⁵ მიზნობრივ იდეას, ქვეყანა კი ადამიანთა არსისმიერი იდეოლოგიის ფორმოგენური⁷⁶ კონცენტრაციის გამოხატულებას, შესაბამისად, არ არსებობს სახელმწიფო ადამიანთა ინდივიდუუმის⁷⁷ იდეურ-საგნობრივი ბმისა და კომუნიტარული⁷⁸ ტრადიციების ინდივიდუალიზაციის კონვენციონალური⁷⁹ პოტენციალის გარეშე, რაც დასტურდება ომისა და მშვიდობის ფილოსოფიური ურთიერთმიმართების კვლევით-კერძოდ, სკანდინავიელები ომს თვლიდნენ ბუნებითი ძლიერების გამოვლენის პოტენციურ ასპარეზად-ვიკინგები და კიბერიული წარმოშობის გერმანული ტომები-გოთები, ანგრივარიები, ხერუსკები, ალემანები და სხვები ომს მიიჩნევდნენ კაცობრიობის მაცოცხლებელ ძალად, რომლის გარეშე სამყაროს არსებობა წარმოუდგენელი გახლდათ. პირადად მე გერმანულ-სკანდინავიური ცივილიზაციის აღნიშნულ ფილოსოფიურ კონცეპციას ვუწოდებ ვაფთრუდნირის⁸⁰ სისტემას, რაც განპირობებულია ისტორიოსოფიური⁸¹ და სინსოთეოსოფიური⁸² კვლევებით. გერმანულ-სკანდინავიური ომის ფილოსოფია წარმოადგენს სუბიექტურ-ობიექტივაციური ტრანსცენდენტური შემეცნების არაცნობიერ ფორმას-გერმანელები ტერმინ ომში არ გულისხმობდნენ მხოლოდ სისხლისღვრას, არამედ დიდ მნიშვნელობას ანიჭებდნენ ბრძენთა პაექრობასა და კულტურულ ექსპანსიონისტურ იდეოლოგიას. გერმანულ-სკანდინავიური

⁷⁴ ზეკულტურულ.

⁷⁵ ცენტრად განიხილავს ადამიანს.

⁷⁶ აფორმალისტური.

⁷⁷ ინდივიდი.

⁷⁸ საზოგადოებრივი.

⁷⁹ აღიარებული.

⁸⁰ მითიური სკანდინავიელი ბრძენი, რომელიც ეპაექრებოდა ოდინს.

⁸¹ ისტორიულ-ფილოსოფიური.

⁸² რელიგიურ-ფილოსოფიური.

მითიური ხმალი-სკოფუნგი გახლავთ ზემოთხსენებული კულტუროგენეტიკური სივრცის მილიტარულ-სიბრძნისმიერი სიმბოლო. გერმანელები სავსებით შესაძლებელია კელტიურ ბრიტანელებთან და იტალიკ ეტრუსკებთან ერთად ევროპული ომის ფილოსოფიის ხერხემლის შემქმნელებად მივიჩნიოთ. ყურადღებას იმსახურებს ბრიტანული ომის ფილოსოფია, რომელიც განიმარტება ამგვარად - ომი სამართლიანობის დასაცავად ბრძოლის, იდეური წინსვლის, განვითარების საწყისია - კერძოდ, შოტლანდიელები კალედონიელ იბერ პიქტთა შთამომავლები და ირლანდიელები ომს თვლიდნენ ღვთიური ძალების მიერ მოვლენილ სიკეთედ, რომელიც ავითარებდა მებრძოლ დაუმორჩილებელ სულს და ხელს უწყობდა ერის, სახელმწიფოს მრავალმხრივ განვითარებას. ირლანდიის დედაქალაქის-დუბლინის მფარველი წმინდანი ლოურენს ჰოტული ირლანდიელთათვის გამაქრისტიანებელ წმინდა პატრიკთან ერთად სარწმუნოებისა და თავისუფლების დასაცავად ბრძოლის იდეოლოგიური მოძრაობის აღმდგენი გახლდნენ. ომის ბრიტანულ ფილოსოფიაში დიდი ადგილი უჭირავთ შოტლანდიელებსაც და უელსელებსაც-კერძოდ, შოტლანდიურ საბრძოლო ხელოვნებათა უძველეს და ყველაზე ძლიერ სახეობას ეწოდება იბერანიკუ⁸³ -ანუ, იბერთაგან გადმოცემული. ზემოთხსენებული საომარი ხელოვნება შოტლანდიელებამ წინაპარ პიქტთაგან, ხოლო პიქტებმა აღმოსავლელი მამების-იბერებისგან შეიმეცნეს. შოტლანდიელები ომს თვლიდნენ ციკლურ მოვლენად, ომს მშვიდობა მოჰყვებოდა, მშვიდობას კი ომი - აღნიშნულ პროცესთა ციკლს შოტლანდიელი ბრძენები უწოდებდნენ ჰამანობეს⁸⁴ - ანუ ბრძენთ ნახტომი. ასევე დიდ ინტერესს იწვევს ჰამანობესადმი შოტლანდიური პოეზიის დამოკიდებულება - შოტლანდიელი პოეტები მაგალითად, ბერმსი⁸⁵ და სხვები არ ასახელებდნენ აღნიშნულ ტერმინს, თუმცა პოეტურ ფილოსოფიას ქმნიდნენ ჰამანობეს ბაზისზე დაყრდნობით. უელსელების ომის ფილოსოფია მეტწილად ჰგავს ირლანდიურ და შოტლანდიურ მოდელებს, კერძოდ, უელსელები ომს თვლიდნენ სამართლიან სისასტიკედ და გამართლებულ ბრძოლად, რაც მტკიცდება უელსელი მითიური ბრძენის - შედინის⁸⁶ გადმოცემებით. შედინი ომს თვლიდა ბოროტებადაც და სიკეთედაც, თუმცა, უელსელი ბრძენი შეფასების კრიტერიუმებს ქმნიდა მიზეზთა და მიზანთა გაერთიანების გზით. ინგლისური ფილოსოფია ომის შესახებ ბრიტთა და ანგლო-საქსთა მითოსის ასტროგენური⁸⁷ გამთლიანების პროდუქტად ძალგვიძს მივიჩნიოთ ისტორიოსოფიური⁸⁸ თვალსაზრისით - თუმცა, ევროპული სტრატეგიული აზროვნების განვითარების პროცესში ინგლისს უდიდესი განუზომელი და შეუფასებელი წვლილი აქვს

⁸³ უძველესი საბრძოლო ხელოვნება შოტლანდიაში.

⁸⁴ ბრძენთა ნახტომი.

⁸⁵ შოტლანდიელი პოეტი.

⁸⁶ უელსელი მითიური ბრძენი.

⁸⁷ ასტროგენეტიკური.

⁸⁸ ისტორიულ-ფილოსოფიური.

შეტანილი. ეტრუსკები ტრიმედიერის⁸⁹ ფილოსოფიას ქმნიან -1- სამართლიანობა 2 - სურვილი - 3 -კანონი. ეტრუსკები ესწრაფვოდნენ სამართლიან ბრძოლას, სამშობლოს დაცვის სურვილს და ბრძენთა კანონებთან აღნიშნული მიზნების თავსებადობის განსაზღვრას. ეტრუსკების ფილოსოფია ომის შესახებ გარდაიქმნა რომაული აზროვნების უპირველეს ქვაკუთხედად. ასევე სუბიექტურ-ობიექტივაციური ტრანსცენდენტური შემეცნების თეორია დიდ ასახვას ჰპოვებდა შორეულ აღმოსავლეთში - გავიხსენოთ ინდური იგივე დიდოური იმავე იბერო-დრავიდული საომარი ფილოსოფიის ტრაქტატი - არტაკასტრა. ზემოთხსენებული წიგნი უძველესი დრავიდული სიბრძნის შემქმნელი - იბერო-განსტეკთა ცივილიზაციის უძვირფასესი მემკვიდრეობაა, რომელიც გამოხატავს ჰარგენის, ონტომოსინასის და ენდეკის კულტურათა სიდიადეს. არტაკასტრა სავსებით შესაძლებელია ინდური სტრატეგიული აზროვნების ზენიტად მივიჩნიოთ. არტაკასტრა გახლავთ ნატეკინუსის⁹⁰ და ნეგამის⁹¹ ბრძენთა სამშობლის დიად ქურუმთა აზროვნების ნაყოფი, რომელიც დროსა და სივრცეზე მაღლა დგას. ჩინეთში არსებობს სუნ-ძის ტრაქტატი - ომის ხელოვნება, რომელიც აერთიანებს სულიერ ძალთა სტრატეგიული კონფიგურაციის⁹² ლაო-ძისეულ⁹³ მოდელსა და აზრების მართვის დანისურ-ტაოსურ⁹⁴ ფილოსოფიას. აღნიშნულ წიგნს აქტიურად იყენებდა ნაპოლეონ ბონაპარტი,⁹⁵ ასევე ჰიტლერი⁹⁶, ფრანკო⁹⁷, მუსოლინი⁹⁸, სტალინი⁹⁹ და სხვები. მეტად საინტერესო გახლავთ იაპონური საბრძოლო ფილოსოფია, რომელსაც მე ვუწოდებ ცუნამოტოს სისტემას - აინას ცივილიზაციისა და იამამოტოს ტომთა სიბრძნის დიფუზიას,¹⁰⁰ რაც იქცა იაპონური საბრძოლო ფილოსოფიის ხერხემლად. იაპონელები საომარ ფილოსოფიას თვლიან კომპლექსურ მოძღვრებად, რომელიც აერთიანებს კულტურას, პოლიტიკას და ეკონომიკას. იაპონელებმა უდიდესი როლი შეასრულეს შორეული აღმოსავლეთის და საზოგადოდ, კაცობრიობის მრავალმხრივ განვითარების ურთულეს პროცესში. სუბიექტურ-ობიექტივაციური ტრანსცენდენტური შემეცნება სავსებით შესაძლებელია მსოფლიო ხალხთა

⁸⁹ სამგვაროვანი

⁹⁰ დრავიდული ორდენი.

⁹¹ ჰარესის სამშო.

⁹² განლაგება.

⁹³ დიდი ჩინელი ფილოსოფოსი.

⁹⁴ უძველესი ჩინური სწავლებები.

⁹⁵ დიდი კორსიკელი მხედართმთავარი საფრანგეთის იმპერატორი.

⁹⁶ ნაცისტური გერმანიის ლიდერი.

⁹⁷ ესპანეთის ფალანგისტური სახელმწიფოს დიქტატორი.

⁹⁸ ფაშისტური იტალიის ლიდერი.

⁹⁹ საბჭოთა კავშირის ლიდერი.

¹⁰⁰ შერწყმა.

აზროვნების ტრადიციების აღწერისა და შესწავლის ნოვატორულ მოდელად მივიჩნით. ზემოთხსენებული თეორეტიკული სისტემა ომის ფილოსოფიის შესწავლის საუკეთესო ბაზისია, რაც დასტურდება ინტერ-დისციპლინარული კვლევებით. სუბიექტურ-ობიექტივაციური ტრანსცენდენტური შემეცნების თეორია გახლავთ კულტუროგენეტიკური რეგულატორი, რომელიც უდიდეს როლს შეასრულებს დასავლური და აღმოსავლური ცივილიზაციების ისტორიულ-ფილოსოფიური აზროვნების მრავალმხრივ შემეცნების ზეპოქალურ და მეტად მნიშვნელოვან ისტორიულ-გენეტიკურ, თვისებრივ-შედეგობრივ და ზექასიომატურ ურთულეს პროცესში. ზემოაღნიშნულ მოსაზრებათა არგუმენტირების ხარისხის ასამაღლებლად მიზანშეწონილად მივიჩნევ კონკრეტულ ისტორიულ-ფილოსოფიურ მაგალითთა განხილვას. კერძოდ, ომის ფილოსოფიის შესწავლისას დიდ ინტერესს იწვევს შუა საუკუნეების ისლამურ-ქრისტიანული დაპირისპირების ეპოქა. ჯვაროსნული ლაშქრობები თანამედროვე ეპოქაში არ შეიძლება განვიხილოთ როგორც მხოლოდ ახლო აღმოსავლეთის დაპყრობის კამპანია, არამედ აღნიშნულ პროცესში გამორჩეული მნიშვნელობა ენიჭება არაბთა, ხოლო შემდეგ თურქ-სელჩუკთა მიერ აღმოსავლეთის საქრისტიანოს წინააღმდეგ სამხედრო-პოლიტიკურ და რელიგიურ-კულტურულ ბრძოლაზე რეაგირების დასავლურ მოდელს, რომლის შემქმნელები დასავლეთ ევროპის სახელმწიფოები და დავით აღმაშენებლის¹⁰¹ კავკასიური იმპერია გახლდნენ. ისლამური ფილოსოფია ომს თვლის გამართლებულ სისასტიკედ და აუცილებელ მოვლენად ე.წ ურჯულოთა წინააღმდეგ ბრძოლისას, რაც განპირობებულია მუჰამადის¹⁰² მიერ ყურანში ასახული ეკემეს¹⁰³ კონცეპციით - ადამიანი ბრძოლაში ვითარდება და უახლოვდება ღმერთს - აღნიშნულ სისტემურ სივრცეში არსებობს ჯიჰადის¹⁰⁴ ცნება, ასევე ღაზავათის¹⁰⁵ იდეური დეფინიცია, რომელიც წარმოიშვა ზორომენანის¹⁰⁶ ატროშანის რელიგიური კონცეპციიდან - ადამიანი ღვთიური ცეცხლის დასაცავად მუდმივად ებრძვის არიმანის¹⁰⁷ უკუნს, რაც აძლიერებს კაცობრიობას. ჯვაროსნები გახლდნენ რელიგიურ-ფილოსოფიური და სოციალურ-პოლიტიკური იდეოლოგიური სისტემების დამცველი რაინდები, რომლებიც აღმოსავლელ ქრისტიანებთან, მაგალითად, იბერებთან და ბიზანტიელებთან ერთად იბრძოდნენ იესო ქრისტეს რჯულის მომხდურთაგან დასაცავად. ჯვაროსნული ლაშქრობების ეპოქა წარმოადგენს ორი უძლიერესი რელიგიურ-ფილოსოფიური სისტემური სივრცის დაპირისპირების ერთ-ერთ ყველაზე კლასიკურ მაგალითს, რომლის წყალობით შესაძლებელია დასავლური და აღმოსავლური ცივილიზაციების თვისებრივი

¹⁰¹ ქართველთა მეფე

¹⁰² ისლამის ფუძემდებელი ყურანიშიტების ტომის და ჰამიმის გვარის წარმომადგენელი.

¹⁰³ მისტიციზმი ისლამში.

¹⁰⁴ საღვთო ომი.

¹⁰⁵ იდეური ღვთიური ბრძოლა.

¹⁰⁶ ზოროასტრიული ჯიჰადი.

¹⁰⁷ ბოროტების სიმბოლო ზოროასტრიზმში.

სტრუქტურული განსაზღვრულობის განმასხვავებელ ელენიკრონულ¹⁰⁸ მახასიათებელთა შესწავლა. ჯვაროსნული ლაშქრობები სრულიად შესაძლებელია ევროპეიდულ-კავკასიური კულტუროგენეტიკური არეალის განუყოფელ ნაწილზე - მცირე აზიაზე მუსლიმთა თავდასხმების საპასუხო ნაბიჯების იდეოლოგიურ აზრისმიერ მთლიანობად გარდაქმნის საუკეთესო მაგალითად მივიჩნით. ჯვაროსნული ფილოსოფია მეტწილად ფრემეს და ენზინგელის - თეოსოფიისა და მეტაფიზიკის პოლიტიკურ-კულტუროტროპულ სიბრტყეში გადატანის კავკასიურ-ზომენურ სისტემად და უმნიშვნელოვანეს ისტორიულ ნიმუშად ძალგვიძს ჩავთვალოთ. ჯვაროსნული ფილოსოფია ქრისტიანული მეტაფიზიკის გამორჩეულ ნაყოფად მიიჩნევა თანამედროვე ევროპულ რელიგიურ ფილოსოფიაში. ასევე დიდ ყურადღებას იპყრობს პირველი მსოფლიო ომი, რომელიც მიმდინარეობდა 1914-1918 წლებში და რომელიც ევროპის ტერიტორიაზე ერთ-ერთ ყველაზე სისხლისმღვრელ დაპირისპირებას წარმოადგენს. აღნიშნულ კონფლიქტში მონაწილეობდა ანტანტა¹⁰⁹ და ე.წ გლეტბიგ¹¹⁰ ონდესი¹¹¹ - ავსტრო-გერმანულ-ოსმანური ალიანსი. პირველი მსოფლიო ომი სავსებით შესაძლებელია მსოფლიო გეოპოლიტიკური სივრცის სოციალურ-პოლიტიკური კორექტირების იმპერიულ ამბიციებზე აღმოცენებულ მასშტაბურ კონფლიქტად მივიჩნით. ზემოთხსენებული სამხედრო-პოლიტიკური დაპირისპირების საბაზი სერბი ტერორისტის გავრილო პრინციპის¹¹² მიერ ავსტრო-უნგრეთის ტახტის მემკვიდრის - ფრანც-ფერდინანდის¹¹³ მკვლელობა, ხოლო მიზეზი კი ევროპის ორი სახელმწიფოს - კაიზერული¹¹⁴ გერმანიისა და ბრიტანეთის იმპერიის პოლიტიკური და იდეოლოგიური დაპირისპირება გახლდათ. კაიზერი ვილჰელმი¹¹⁵ და გერმანული სამხედრო ელიტა ფილოსოფიური ენერჯიაა, ბრიტანულ-ფრანგული კოალიცია ფილოგენური აზრი, რუსეთი ალოგიკური რაოდენობრივი სიმრავლე, ოსმალეთი მომაკვდავი გენი, ხოლო ამერიკის შეერთებული შტატები კი ახალი ძალა - ბრიტანულ-საქსონური სამყაროს შვილი და მემკვიდრე. პირველ მსოფლიო ომში დიდმა ბრიტანეთმა, შეერთებულმა შტატებმა, საფრანგეთმა და სხვა მოკავშირეებმა გაიმარჯვეს. გერმანული დიადი კულტურა განვითარებისა ახალ ფაზასა და იდეურ-საგნობრივი აზროვნების ახალ ეტაპზე გადავიდა, რაც ევროპის გულის, გერმანელი ერის მაცოცხლებელ სრულიად ახალ ზეეპოქალურ ძალად იქცა. პირველ მსოფლიო ომში გერმანიის დამარცხება არ გახლდათ გერმანული ეთნოსის სისუსტის ექო, არამედ იდეოლოგიურ

¹⁰⁸ ზესულიერ.

¹⁰⁹ დასავლეთ ევროპის სახელმწიფოთა ანტიგერმანული კოალიცია.

¹¹⁰ ძალა.

¹¹¹ იდეა.

¹¹² სერბი ტერორისტი.

¹¹³ ერცჰერცოგი.

¹¹⁴ იმპერიული.

¹¹⁵ გერმანიის იმპერატორი.

მტრებთან ბრძოლაში ძალების მოსინჯვისა და იდეონომიური¹¹⁶ აზროვნების ეპოქასთან თავსებადობის სრულიად ახალი ხარისხობრივი მაჩვენებლების შექმნის პროცესის საფუძველი. პირველი მსოფლიო ომი გახლდათ ევროპის გეოპოლიტიკური სივრცის გადანაწილების ახალი მოდელის მიზეზობრივი საწყისი, რომელმაც უდიდესი როლი შეასრულა ევროპელი ხალხების, განსაკუთრებით კი გერმანელებისა და ბრიტანელების სომენური, ანუ ზესულიერი ენერჯის განვითარებისა და გამოცოცხლების ზეეპოქალურ დროსა და სივრცეზე აღმატებულ პროცესში. პირველი მსოფლიო ომი ბრიტანულ-ამერიკული იდეოლოგიური სისტემის თვისებრივად გარდაქმნის მიზნის განსახორციელებლად მართლაც ერთ-ერთი საუკეთესო ბაზისი გახლდათ. მეორე მსოფლიო ომი დაიწყო 1939 წელს და დასრულდა 1945 წელს. აღნიშნული კონფლიქტი კაცობრიობის ისტორიაში ყველაზე სისხლისმღვრელი დაპირისპირება გახლდათ. მეორე მსოფლიო ომი იყო სამხედრო-პოლიტიკურ და სოციოკულტურულ სივრცეზე განსხვავებულ იდეოლოგიურ სისტემათა ზემოქმედებისა და გაბატონების ძალადობრივი აქტი, რომელშიც მონაწილეობდა ბოლშევიზმი¹¹⁷ და ნაციზმი¹¹⁸. საბჭოთა კავშირის ლიდერი იოსებ სტალინი¹¹⁹ მარქსიზმ-ლენინიზმის იდეოლოგიის მემკვიდრედ თვლიდა თავს, რაც მტკიცდება ისტორიოსოფიური¹²⁰ და მეტაფიზიკური¹²¹ კვლევებითაც. განვიხილოთ მარქსისა¹²² და ენგელსის¹²³ იდეოლოგიის არსი. კაცობრიობის ისტორიას აღნიშნული მოაზროვნეები სოციალურ კლასთა დაპირისპირების იდეოლოგიურ ველად თვლიდნენ, რომელშიც ერთმანეთს ებრძოდნენ ე.წ. გაბატონებული და ჩაგრული კლასების წარმომადგენლები. პირადად, ჩემი აზრით, მარქსისა და ენგელსის მოცემული აზრი მცდარია, რადგან დაუშვებელია მსოფლიო ერთა წარსული ერთგვაროვანი აზრობრივი თეორიის ფარგლებში მოვაქციოთ, მეტიც, არსობრივად არასწორია დასავლური და აღმოსავლური ცივილიზაციების კულტუროგენეტიკური სტრუქტურის განმასხვავებელ ნიშანთა უკუგდება და განსხვავებულ ხალხთა ერთია ისტორიულ ციხესიმაგრეში ჩაკეტვა. კაცობრიობის ისტორია ტრანსცენდენტურ-ინტელექტუალური იდეური სისტემების ბრძოლაა, რაც დამტკიცდა მეორე მსოფლიო ომითაც. ლენინის იდეოლოგია, ბოლშევიზმი, სრულიად შესაძლებელია მარქსის იდეების გაუარესებისა და ნეგატიზების შემოქმედად მივიჩნიოთ. ლენინის ცნობილი ფორმულა: რაოდენობრიობა გადაიზრდება თვისებრიობაში, აშკარად მცდარი დებულებაა, რადგან, თვისებრივი სტრუქტურა რაოდენობით სიმრავლეზე მაღლა დგას და მეტიც განსაზღვრავს

¹¹⁶ იდეური.

¹¹⁷ ლენინის იდეოლოგია.

¹¹⁸ ჰიტლერის იდეოლოგია.

¹¹⁹ საბჭოთა კავშირის ლიდერი.

¹²⁰ ისტორიულ-ფილოსოფიური.

¹²¹ აზრობრივ-იდეალისტური.

¹²² კომუნიზმის ფუძემდებელი.

¹²³ კომუნიზმის ფუძემდებელი.

მათემატიკის¹²⁴ ეკონომიკურ მაჩვენებელთა იერარქიას. სტალინის მმართველობას ემთხვევა მეორე მსოფლიო ომის ეპოქა. საბჭოთა კავშირი ტოტალიტარული იმპერია გახლდათ, რომელიც მიზნად ისახავდა კომუნისტური იდეოლოგიის განმტკიცებასა და განვრცობას. იოსებ სტალინი სავსებით შესაძლებელია კომუნიზმის ახალი მოდელის-ეგემემის¹²⁵- ფუძემდებლად მივიჩნიოთ. ზემოთხსენებული იდეოლოგიური სისტემა სავსებით შესაძლებელია თანამედროვე ჩინური მოდელის უმთავრეს კონცეპტუალურ საფუძვლად ჩავთვალოთ. ასევე შეიქმნა იტალიური ფაშიზმი, რომლის ფუძემდებელი გახლდათ ბენიტო მუსოლინი. იტალიელები აღნიშნულ იდეურ სივრცეში მოიაზრებდნენ მხოლოდ სოციალურ-პოლიტიკურ და ეკონომიკურ ასპექტებს. მუსოლინი ფაშიზმს ძველი რომაული კულტურის აღდგენის პროცესის ბაზისად თვლიდა. ბენიტო მუსოლინი დიდი ფიგურა გახლდათ მეორე მსოფლიო ომში. არსებობდა ასევე ე.წ ავსტრო-ფაშიზმი, არტურ ზაიც-ინკვარტის,¹²⁶ ზემე ფრედენის, ენგელბერტ¹²⁷ დოლფუსის იდეური სივრცე, რომელიც უპირველეს მიზნად ისახავდა ავსტრიის განვითარებასა და ავსტრიელი ხალხის მრავალმხრივ გაძლიერებას. მეორე მსოფლიო ომში ყველაზე რადიკალური იდეოლოგია გახლდათ ნაციზმი, რომლის ავტორი იყო მესამე რაიხის¹²⁸ მმართველი ადოლფ ჰიტლერი. ჰიტლერს სძულდა ებრაელები, აფროამერიკელები და ბოშები, ასევე სლავები. ნაცისტები განადიდებდნენ არიულ რასას, რომლის ერთადერთ საუკეთესო გამოსახულებად თვლიდნენ გერმანელ ერს. ნაციზმი ებრძოდა ექსანიჰილოს¹²⁹ - როგორც ქრისტიანული მეტაფიზიკის ამოსავალ წერტილს, კერძოდ, ნაცისტების აზრით, სამყაროს საფუძველი არიული კულტურა, ხოლო მმართველი გონი არიანა¹³⁰ ანუ არიული გონება გახლდათ. ნაცისტური იდეოლოგია სავსებით შესაძლებელია კაცობრიობის თვისებრივ-ონტოგონიური¹³¹ პარტიტის¹³² განადგურებაზე ფოკუსირებულ სისტემურ ბოროტებად მივიჩნიოთ. ჰიტლერული ფილოსოფია დემოკრატიას ბოროტებად თვლიდა-აღნიშნულ ფაქტს ადასტურებს ფიურერის¹³³ ცნობილი ფრაზა - ბრძენი არჩევნების გზით ვერასდროს მოვა ხელისუფლებაში. ჰიტლერმა მოაწყო ჰოლოკოსტი¹³⁴ და

¹²⁴ ზემათემატიკური.

¹²⁵ სტალინის მოდელი, რომელიც შემდგომ მაო-ძეუნმა გადაიღო ჩინეთში.

¹²⁶ ავსტრიის ერთ-ერთი ლიდერი.

¹²⁷ ავსტრიის კანცლერი.

¹²⁸ იმპერია.

¹²⁹ არაარსი.

¹³⁰ არიული გონება.

¹³¹ ონტოგენური.

¹³² თანასწორობა.

¹³³ ლიდერი.

¹³⁴ ებრაელთა გენოციდი.

პარაიოსი¹³⁵, წამოიწყო მეორე მსოფლიო ომი, რომელსაც 70 მილიონი ადამიანი ემსხვერპლა. საბოლოოდ, ჰიტლერული იდეოლოგია მეორე მსოფლიო ომში სასტიკად დამარცხდა და მეტწილად ისტორიის კუთვნილებად იქცა. ასევე განვიხილოთ ბრიტანულ-ამერიკული დემოკრატიზმი, რომელიც გულისხმობს ადამიანთა თანასწორობასა და სრულფასოვან განვითარებას. ბრიტანელები კელტიბერებს მასწავლებლებად თვლიან, ხოლო ამერიკის შეერთებული შტატების კონსტიტუცია იბერთა მიერ შექმნილი კულტუროსოფიური¹³⁶ აზროვნების ქმედითი სულიერების პირდაპირი განსხეულებაა. უშუალოდ, ჩემი აზრით, ბრიტანულ-ამერიკული დემოკრატია სავსებით შესაძლებელია სამართლებრივი ფილოსოფიისა და სოციოკულტურული განვითარების მოდელთა შერწყმის საუკეთესო ნიმუშად ჩავთვალოთ. ევროამერიკული დემოკრატია გახლავთ ქრისტიანული ფილოსოფიის პირმშო, რაც დასტურდება ტელეონომიური¹³⁷ და აქსიოლოგიური¹³⁸ კვლევებით, კერძოდ, ბუნებით სამართლებრივი, ლეგისტური და იურიდიულ-ლიბერატული ონტოლოგია¹³⁹ წარმოადგენს თანამედროვე დასავლურ ფილოსოფიაში იბერიულ-კავკასიური შემოქმედებითი გენეტიკის კვალს. ომის ფილოსოფია სრულიად შესაძლებელია წარმოვიდგინოთ ზესულიერი მისტაგოგიის¹⁴⁰ თვალნათელ ნიმუშად, კერძოდ, ომისა და მშვიდობის ფილოსოფია საკაცობრიო აზროვნების ენიგმატური არსია, რომელსაც ეფუძნება ანთროპოგენიზმის¹⁴¹ დოქტრინა და იუროსტრატული¹⁴² აზროვნება. გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას - ომის ფილოსოფია ადამიანური აზროვნების ერთ-ერთი ყველაზე სპეციფიკური მიმართულებაა, რაც მტკიცდება ისტორიოსოფიური¹⁴³ და მითოგენური¹⁴⁴ კვლევებით. პირადად, ჩემი აზრით, ომის ფილოსოფია ბევრად უფრო დიდი ყურადღების ცენტრში უნდა მოექცეს, ვინაიდან, სუბიექტურ-ობიექტივაციური ტრანსცენდენტური შემეცნების თეორიის პრაქტიცირებადი პოტენციალის ათვისება შეუძლებელია ზემოაღწეილი მიზნობრიობის გათავისების გარეშე. თავისუფლად შეიძლება ითქვას - ომისა და მშვიდობის ფილოსოფია დოქტრინალური და კონცეპტუალური თვალსაზრისით ისტორიულ-გენეტიკური, ემპირიულ-ანალიტიკური და შედარებით - აქსიომატური აზროვნების

¹³⁵ ბოშათა გენოციდი.

¹³⁶ კულტურონომია.

¹³⁷ აზრისმიერი.

¹³⁸ ღირებულებითი.

¹³⁹ ონტოგენიზმი.

¹⁴⁰ საიდუმლოსთან ზიარება.

¹⁴¹ ანთროპოსოფია.

¹⁴² ზეიურონომიური.

¹⁴³ ისტორიული.

¹⁴⁴ მითოსოფიური.

მიზეზობრივი ბმა, რომელიც ავითარებს საკაცობრიო ენტერვესტულ¹⁴⁵ და კონვერგენტორულ¹⁴⁶ აზროვნებას. უშუალოდ, ჩემი ხედვით, სუბიექტურ-ობიექტივაციური ტრანსცენდენტური შემეცნების თეორეტიკული სისტემა წარმოადგენს ერთგვარ ბაზის ფილოსოფიური და მეტაფიზიკური აზროვნების განსავითარებლად. ომის ფილოსოფიის ევროპული და აღმოსავლური სკოლების ნააზრევისა და მიღწევების გაერთიანებითა და შედარებით მივალთ გზამდე, რომელიც სულიერებისა და სიბრძნისმიერი აზროვნების თვალუწვდენელ მწვერვალზე აღმართულ იდეურ ტაძრამდე მიგვიყვანს. ომის ფილოსოფიის კვლევა საუკეთესო გზაა ახალი თაობებია განმანათლებლური და ფართო ამთვისებლობითი საქმიანობის განსავითარებლად და გასაფართოებლად. ომის ფილოსოფიით კაცობრიობა ამალდება უმართლობასა და ბოროტებაზე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

ჰეგელი-სამართლის ფილოსოფია

დიმიტრი უზნაძე-ომის ფილოსოფია

თენგიზ ირემაძე პოლემოლოგია

მინდია უგრეხელიძე-პოსტკრიმინალური ემოციური განცდის ფენომენოლოგია

References:

Hegel - Philosophy of Law

Dimitri Uznadze - Philosophy of War

Tengiz Iremadze - Polemology

Mindia Ugrehelidze - Phenomenology of Post-Criminal Emotional Feeling

¹⁴⁵ აზრობრივ.

¹⁴⁶ ასტროსოფიურ.

War as a historiosophical phenomenon of the confrontation of axionomic systems

Leonid-Luka Kazanji

leonidluka.kazanji@gmail.com

Abstract

War is a complex phenomenological systemic manifestation, which can be considered an integral part of the geopolitical, economic and geocultural processes of humanity. War is a conceptual phenomenon subject to historiosophical analysis, which is completely permissible to consider as a practical ideological manifestation of the great stratification-value decadence of human ideological-worldview thinking. The phenomenon of war is associated with the post-structuralist breakdown of public consciousness, as well as the ideonomic crisis and the astro-philosophical retrograde conceptual regression, which is manifested in the confrontation and ideological-subjective conflict. The philosophy of war has been a subject of human thought and judgment since ancient times, which is confirmed by the study of Western and Eastern transcendental systems. The philosophy of war is a very important functional quality, which primarily aims at the study and objective cognition of the governing laws of human philosophical and historical-psychogenic thinking. Man is the center of the earthly world and a conceptual systematic concept. The new philosophical theory created by me - subjective-objectivative transcendental cognition - explores, explains and explains the phenomenon of war - war is a direct product of the negative reflection in time and space of the accumulated intellectual energy of a person in the spiritual-psychogenetic space, which is created thanks to the negatory-consomenastic process of the non-substantial implementation of spiritual-transcendent intellectual energy in the psychological plane. The philosophy of war is a system of categorical dilemmas, the cognition of which is the best way to develop and strengthen human thinking. War played a major role in the tragic process of the overthrow and extinction of previous civilizations, which was reflected in the historical-psychological and ethnosophical interaction of man and society. War is not only a military-political confrontation, moreover, often the pre-dynamic prerequisite of the most terrible war is the conflict of ideological systems, the incompatibility of the cultural-genetic consciousness of peoples and geo-culturosofpy hostility. In the pre-antique era, Assyria, as a militaristic empire, created a conceptual system of military-economic, or political-power tyranny, which was later developed in many directions by the states of Babylon and Achaemenid Iran. In antiquity, the creation and development of the ideology of war was led by the Roman Empire, and in the later era by the Byzantine and Arab states. The existence of original traditions of the philosophy of war in the German-Scandinavian, Indochinese, British and Pyrenean worlds deserves special mention. The article discusses the connection of the philosophy of war with historiosophical systems and paralogical traditions of ideological-subjective reasoning. It can be said without exaggeration that the philosophy of war is an inexhaustible source of wisdom, which shows us the way to the apophatic peaks of human thought and shows us formulas for ensuring a bright future.



საქართველოში ოფთალმოლოგიურ დაავადებათა გავრცელების სტატისტიკური კვლევა 16 რეგიონში ჩატარებული საქველმოქმედო დიაგნოსტიკური აქციების მონაცემების საფუძველზე

ნინო კარანაძე^{1,2}, გიგი გორგაძე², მიხეილ კურტანიძე¹, ქეთევან ტყეშელაშვილი¹, ნინო ჟღერტიყანი¹,
ნინო ჯანყარაშვილი^{1,2}, თინათინ კილასონია^{1,2}, ნინო ლომთაძე¹

¹ლაიონსების თვალის დიაბეტური კლინიკა - საქართველო

²თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

დიდია სკრინინგის როლი დაავადებათა ადრეულ გამოვლენაში, პრევენციასა და მენეჯმენტში. ცხადია, სკრინინგის ღონისძიებები ძალზე ფასეულია ოფთალმოლოგიურ პრაქტიკაშიც, მათ შორის, გლაუკომის, დიაბეტური რეტინოპათიის, ასაკობრივი მაკულარული დეგენერაციის, რეფრაქციული დარღვევების, თვალის მემკვიდრეობით დაავადებების დროული დიაგნოსტიკისა და შემდგომში საჭირო ინტერვენციისათვის.

სკრინინგის ღონისძიებები, თავის მხრივ, სხვადასხვა ტიპისა და ფორმატისაა. მათ შორის ყველაზე აქტუალურია საზოგადოების ოფთალმოლოგიური ჯანმრთელობის საქველმოქმედო პროგრამები - საქველმოქმედო ორგანიზაციები ხშირად მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ საზოგადოების თვალის ჯანმრთელობის პროგრამების ორგანიზებაში, რომლებიც მიმართულია ოფთალმოლოგიური დაავადებების ადრეულ გამოვლენასა და პრევენციაზე.

ლაიონსების თვალის დიაბეტური კლინიკა-საქართველოსა და საქართველოს ვეტერანების საქმეთა სახელმწიფო სამსახურის თანამშრომლობის საფუძველზე, 2022-2023 წლებში საქართველოს 16 რეგიონში ჯამში 19 საქველმოქმედო აქცია გაიმართა ომების ვეტერანებისა და მათი ოჯახის წევრებისათვის. აქციების ფარგლებში პაციენტებს უმოწმდებოდათ მხედველობის სიმახვილე, კლინიკური რეფრაქცია, თვალშიგა წნევა, საჭიროების შემთხვევაში ერჩეოდათ სათვალე, უტარდებოდათ ოფთალმოსკოპია და თვალის ბიომიკროსკოპიული კვლევა. პათოლოგიის შემთხვევაში ეძლეოდათ დანიშნულება და საჭიროების მიხედვით, ხდებოდა მათი გადამისამართება რეგიონულ ამბულატორიებსა და კლინიკებში.

თითოეული ჩატარებული აქციის შემდეგ ყველა პაციენტის მონაცემები შეგვყავდა Microsoft Excel-ში, რომლის საშუალებითაც შეიქმნა ყველა გამოკვლეული პაციენტის ერთიანი ბაზა. სტატისტიკური კვლევისათვის გამოვიყენეთ პაციენტების სქესის, ასაკის, დიაგნოზის, მკურნალობისა და ჩატარებული აქციის ლოკაციის მონაცემები. დაავადებები, რომლებიც

ჯამში 637 პაციენტს გამოუვლინდა, დაჯგუფდა დაავადებათა საერთაშორისო კლასიფიკაციის მე-10 გადახედვის (ICD 10) მიხედვით და სტატისტიკურად დამუშავდა SPSS პროგრამით.

ყველაზე იშვიათი იყო მხედველობის ნერვისა და მხედველობის გზების ავადმყოფობები, ხოლო ყველაზე ხშირი - თვალის მამოძრავებელი კუნთების ავადმყოფობების, პარალელური მოძრაობის, აკომოდაციისა და რეფრაქციის დარღვევები. რიგი დაავადების - ბლევარიტის, ანიზომეტროპიის, კონიუნქტივიტისა და პტერიგიუმის შემთხვევაში, გამოვლინდა დაავადების მაღალი სიხშირე მამაკაცებში ქალებთან შედარებით, ხოლო რიგი დაავადებების - მშრალი თვალის სინდრომის, ასაკობრივი კატარაქტის, დიაბეტური რეტინოპათიისა და ფონური რეტინოპათიის შემთხვევაში - დაავადების უფრო მაღალი სიხშირე ქალებში. საინტერესოა, რომ გარკვეულ დაავადებათა შემთხვევაში გამოვლინდა მნიშვნელოვანი განსხვავება დაავადების მქონე ყველა პაციენტის საშუალო ასაკთან.

მასალის სტატისტიკური კვლევის შედეგად დასტურდება, რომ რიგი დაავადებები ხასიათდება გამოვლენის უფრო მაღალი ტენდენციურობით სქესის ან საცხოვრებელი ადგილის მიხედვით: კლინიკური დიაგნოზის მქონე პაციენტების საშუალო ასაკზე ნაკლებია საცრემლე ჯირკვლის ავადმყოფობის, კერატოკონუსის, რეფრაქციის დარღვევების მქონე პაციენტების საშუალო ასაკი, რაც ლოგიკურია იმის გათვალისწინებით, რომ პაციენტების ნახევარი 61 და მეტი წლის იყო, ხოლო ჩამოთვლილი პათოლოგიები ნაკლებად ხასიათდება მაღალ ასაკში გამოვლენის ტენდენციით.

ხაზგასმით აღსანიშნავია, რომ გამოკვლეული პაციენტების დიდი ნაწილი პირველად იმყოფებოდა მხედველობის სკრინინგზე, ხოლო აგეთვე დიდი ნაწილი იყო ოპერირებული, მაგრამ, გარკვეულ მიზეზთა გამო კონტროლის შეუძლებლობის შედეგად, სწორედ აქციის საშუალებით შეძლეს მხედველობის ორგანოს არსებული მდგომარეობის შემოწმება.

მოცემული კვლევის შედეგად გამოვლენილი შედეგებით და იმით, რომ რიგ პაციენტთა შემთხვევაში ჩატარებული აქცია არსებითად გადამწყვეტი აღმოჩნდა სამომავლო ინტერვენციისა და მხედველობის შენარჩუნების თვალსაზრისით, დასტურდება მხედველობის შემოწმების მსგავსი საქველმოქმედო აქციების მაღალი ეფექტურობა და აქტუალობა საქართველოში.

ზოგიერთი სტატისტიკური ცვლადის კონკრეტულ ჯგუფში მაღალი სიხშირით გამოვლენის ტენდენცია მიუთითებს რისკ-ფაქტორების არსებობაზე, რომლებიც საჭიროებს დამატებით კვლევას.

საკვანძო სიტყვები: სკრინინგი, რისკ-ფაქტორები, გლაუკომა, რეტინოპათია, მხედველობის სიმახვილე.

შესავალი:

არაერთი კვლევით დასტურდება, რომ დიდია სკრინინგის როლი დაავადებათა ადრეულ გამოვლენაში, პრევენციასა და მენეჯმენტში. ცხადია, სკრინინგის ღონისძიებები ძალზე

ფასეულია ოფთალმოლოგიურ პრაქტიკაშიც. აღნიშნულის დასტურად ქვემოთ მოყვანილია რამდენიმე მაგალითი:

გლაუკომა შეუქცევადი სიბრმავეების წამყვანი მიზეზია მთელ მსოფლიოში. გლაუკომის სკრინინგი მოიცავს სხვადასხვა დიაგნოსტიკურ პროცედურებს, როგორცაა ტონომეტრია, მხედველობის ველის ტესტირება და მხედველობის ნერვის გამოკვლევა. სხვადასხვა კვლევებში ხაზი აქვს დაავადების ადრეულ ფაზაში აღმოჩენის მნიშვნელობას მისგან გამოწვეული სიბრმავის თავიდან ასაცილებლად [5][18].

დიაბეტური რეტინოპათია დიაბეტის გართულება და სიბრმავის წამყვანი მიზეზია საშუალო ასაკის (20-74 წლის) ზრდასრულ პოპულაციაში [9]. დიაბეტური რეტინოპათიის სკრინინგი, როგორც წესი, გულისხმობს ბადურის ვიზუალიზაციას. იგი აუცილებელია დაავადების დროული აღმოჩენის და შემდეგ ჩარევისათვის. სხვადასხვა კვლევაში ნაჩვენებია სკრინინგის პროგრამების ეფექტურობა დაავადების მძიმე ფორმების სიხშირის შემცირებაში [13][26].

ყვითელი ხალის ასაკობრივი დეგენერაცია სიბრმავის წამყვანი მიზეზია 60 წელს გადაცილებულ მოსახლეობაში [1]. მისი სკრინინგი მოიცავს ისეთი რისკ-ფაქტორების შეფასებას, როგორცაა ასაკი, ოჯახური ისტორია, დიაბეტი და მწვევლობა. სხვადასხვა კვლევებში ხაზი აქვს გასმული მხედველობის მძიმედ დაქვეითების თავიდან აცილების მიზნით დაავადების ადრეულ გამოვლენას თვალის ფსკერის გამოკვლევითა და ოპტიკური კოჰერენტული ტომოგრაფიით(OCT) [1][24].

რეფრაქციული დარღვევები, მათ შორის, მიოპია, ჰიპერმეტროპია და ასტიგმატიზმი, მხედველობის დაქვეითების ყველაზე ხშირი მიზეზებია. ხაზგასასმელია, რომ 40-69 წლის ასაკის პოპულაციის ნახევარზე მეტს აღენიშნება რომელიმე ტიპის რეფრაქციული პათოლოგია [7]. რეფრაქციული დარღვევების სკრინინგი, ჩვეულებრივ, მოიცავს მხედველობის სიმახვილის ტესტირებასა და რეფრაქციის შეფასებას. კვლევებით დასტურდება სკრინინგის განსაკუთრებული როლი რეფრაქციული დარღვევების გამოვლენასა და შესაბამისად, ცხოვრების ხარისხის გაუმჯობესებაში [17][20].

თვალის მემკვიდრეობითი დაავადებების სკრინინგი, როგორცაა პიგმენტური რეტინიტი და თანდაყოლილი კატარაქტა, გადამწყვეტ როლს თამაშობს დაავადებათა ადრეულ დიაგნოსტიკასა და კვალიფიციურ მართვაში [8][24].

ამდენად, ლიტერატურული მასალით დასტურდება, რომ ოფთალმოლოგიური სკრინინგის სხვადასხვა პროგრამათა გავლენა დიდია საზოგადოების ჯანმრთელობასა და შრომისუნარიანობაზე. ხაზი აქვს გასმული მათ ეფექტურობას მხედველობის დაქვეითების წინამდებ ბრძოლაში, ცხოვრების ხარისხის გაუმჯობესებასა და ჯანდაცვის ხარჯების მინიმიზაციაში [19][21].

სკრინინგის ღონისძიებები, თავის მხრივ, სხვადასხვა ტიპისა და ფორმატისაა:

საზოგადოების ოფთალმოლოგიური ჯანმრთელობის საქველმოქმედო პროგრამები - საქველმოქმედო ორგანიზაციები ხშირად მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ საზოგადოების

თვალის ჯანმრთელობის პროგრამების ორგანიზებაში, რომლებიც მიმართულია ოფთალმოლოგიური დაავადებების ადრეულ გამოვლენასა და პრევენციაზე. ეს პროგრამები, როგორც წესი, მოიცავს მხედველობის სიმახვილის გამოკვლევას, თვალის ოფთალმოსკოპიურ/ბიომიკროსკოპიულ გამოკვლევას და სათვალეების შერჩევას. არაერთი კვლევით ნაჩვენებია მათი მაღალი ეფექტურობა [2][4];

თვალის მობილური კლინიკები - ისინი უზრუნველყოფს სადიაგნოსტიკო მომსახურებასა და თვალის მკურნალობას აღნიშნულით ნაკლებად უზრუნველყოფილ ან რთულად მისადგომ ადგილებში[11][6]. აღსანიშნავია, რომ მოცემული ფორმატის საქველმოქმედო ღონისძიებები უცხო არაა საქართველოსთვის - მისი ისტორია „თვალის მფრინავი რაზმებით“ იწყება, რომლებიც მე-19 საუკუნეში ოფთალმოლოგმა გიგო ტარსაიძემ შექმნა და დიდი წარმატებით ემსახურებოდნენ რაიონების მოსახლეობას [27];

საქველმოქმედო პროგრამები სამიზნე პოპულაციებისათვის - მსგავსი ფორმატის აქციები გამიზნულია კონკრეტული დაავადების (მაგ., დიაბეტი, გლაუკომა, რეტინოპათია და სხვ.) ან დაავადების რისკის მქონე ინდივიდების გამოსაკვლევად და დაავადების შესაძლო განვითარების/პროგრესის იდენტიფიცირება-მკურნალობისათვის;

სკრინინგის პროგრამები სასკოლო ასაკის პოპულაციისათვის - ემსახურება სასკოლო, განსაკუთრებით დაწყებითი კლასების ასაკის პოპულაციის სკრინინგს, მათ შორის, ძირითადად რეფრაქციულ პათოლოგიებსა და გენეტიკურ დაავადებებზე;

საგანმანათლებლო კამპანიები და სხვა - ემსახურება როგორც პოპულაციასთან საგანმანათლებლო შეხვედრებსა და საინფორმაციო მასალის (მათ შორის, ბუკლეტების, ბროშურებისა და ა.შ.) გავრცელებას, ისე ოჯახის ექიმებისა და ექთნების განათლებასა და ტრენინგებს.

საკუთარი კვლევა

ლაიონსების თვალის დიაბეტური კლინიკა-საქართველოსა და საქართველოს ვეტერანების საქმეთა სახელმწიფო სამსახურის თანამშრომლობის საფუძველზე, 2022-2023 წლებში აღმოსავლეთ საქართველოს 10 (სიღნაღი, თბილისი, დვანი, გურჯაანი, ნიქოზი, რუსთავი, ახმეტა, დედოფლისწყარო, თელავი, გორი) და დასავლეთ საქართველოს 6 (ოზურგეთი, ბათუმი, ზუგდიდი, შუახევი, სენაკი, ქობულეთი) რეგიონში ჯამში 19 საქველმოქმედო აქცია გაიმართა ომების ვეტერანებისა და მათი ოჯახის წევრებისათვის.

ანიშნულ ქალაქთაგან ყველაზე მეტი პაციენტი ოზურგეთში გაისინჯა, სადაც აქცია 3-ჯერ გაიმართა, ხოლო ერთჯერადად ყველაზე დიდი რაოდენობით -214 პაციენტი გაისინჯა თბილისში. პაციენტების საშუალო ასაკი დასავლეთ საქართველოში 55,4-დან 73,46-მდე მერყეობდა, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში - 54.85-დან 62.14-მდე. ყველაზე მეტი პაციენტი 61-დან 63 წლამდე ასაკის იყო.

აღმოსავლეთ საქართველო									
რაიონი	n	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი				
					საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
სიღნაღი	1	46	27	19	56.34	59	58	9	85
თბილისი	1	214	56	158	56.82	52	59	56	88
დვანი	1	85	45	40	57.02	58	60	11	91
გურჯაანი	1	59	30	29	55.44	57	55,61	7	75
ნიქოზი	1	79	26	53	58.73	60	71	13	87
რუსთავი	1	39	28	11	73.46	73	75	64	96
ახმეტა	1	63	39	24	57.84	57	49,73	8	87
დედოფლისწყარო	1	45	19	26	55.28	59	66	15	82
თელავი	1	53	14	39	56.64	55	63	36	85
გორი	1	53	11	42	59.66	58	49,58	17	77
სულ		736							

ცხრილი 1

დასავლეთ საქართველო									
რაიონი	n	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი				
					საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
ოზურგეთი	3	288	138	150	57.42	59	62	4	98

ბათუმი	1	125	64	61	56.93	60	61,6 3	5	89
ზუგდიდი	2	100	21	79	62.14	64	64,6 6,67	14	79
შუახევი	1	106	54	46	54.85	58	62	7	83
სენაკი	1	103	41	62	62.42	62	57	25	91
ქობულეთი	1	64	26	38	55.34	57	68	5	88
სულ		786							

ცხრილი 2

აქციების ფარგლებში პაციენტებს უმოწმდებოდათ მხედველობის სიმახვილე, კლინიკური რეფრაქცია, თვალშიგა წნევა, საჭიროების შემთხვევაში ერჩეოდათ სათვალე, უტარდებოდათ ოფთალმოსკოპია და თვალის ბიომიკროსკოპიული კვლევა, პათოლოგიის შემთხვევაში ეძლეოდათ დანიშნულება და საჭიროების მიხედვით, ხდებოდა მათი გადამისამართება რეგიონულ ამბულატორიებსა და კლინიკებში. ასევე, ხაზგასასმელია, რომ ზოგიერთ ინდივიდს თვალის ფსკერის დათვალეობის შედეგად პირველად გამოუვლინდა ისეთი დაავადებები, როგორცაა არტერიული ჰიპერტენზია, დიაბეტი, ნევროლოგიური პათოლოგიები და სხვა, რომელთა შესაძლო არსებობის შესახებაც მათ არაფერი იცოდნენ. ცხადია, აღნიშნულ შემთხვევებში, ეძლეოდათ რეკომენდაცია, მიემართათ შესაბამისი დარგის სპეციალისტისთვის.

აგრეთვე, აღსანიშნავია, რომ საქველმოქმედო აქტივობის ფარგლებში, პაციენტებს, რომელთაც არ ჰქონდათ მათთვის საჭირო სათვალის შეძენის ან შეკვეთის საშუალება, იგი უსასყიდლოდ გადაეცემოდათ. ასევე, წინ გადადგმული ნაბიჯია ის, რომ სხვადასხვა საქველმოქმედო ორგანიზაციის დახმარებით მოპოვებული გლუკომეტრები ამავე აქციების ფარგლებში საჩუქრად გადაეცემოდათ გლიკემიის მუდმივი კონტროლის საჭიროების მქონე პაციენტებს.

მასალა და მეთოდები

გასინჯვებისას გროვდებოდა თითოეული პაციენტის შემდეგი მონაცემი: სქესი, ასაკი, გლუკოზის დონე სისხლში, თვალშიგა წნევა, მხედველობის სიმახვილე და ოჯახური ანამნეზი. არსებობის შემთხვევაში - კლინიკური დიაგნოზ(ებ)ი, დანიშნული მკურნალობა და გადამისამართება.

თითოეული ჩატარებული აქციის შემდეგ ყველა პაციენტის მონაცემები შეგვყავდა Microsoft Excel-ში, რომლის საშუალებითაც შეიქმნა ყველა გამოკვლეული პაციენტის ერთიანი ბაზა.

სტატისტიური კვლევისათვის გამოვიყენეთ პაციენტების სქესის, ასაკის, დიაგნოზის, მკურნალობისა და ჩატარებული აქციის ლოკაციის მონაცემები.

ჯამში გამოკვლეული 1307 პაციენტისაგან კვლევისთვის გამოსადეგი აღმოჩნდა 1303. სქესისა და ასაკის განაწილება იხილეთ ცხრილში:

პაციენტების სულ	კვლევისთვის გამოსადეგი	სქესის განაწილება		ასაკი				
		მდ.	მამრ.	საშუალო	მედიანა	მოდა	უდიდესი	უმცირესი
1307	1303	583	720	58.27	60	62	4	98

ცხრილი 3

პირველ ყოვლისა, დასკვნების სიხშირის გათვალისწინებით პაციენტები მონაცემების მიხედვით განაწილდნენ შემდეგ ჯგუფებში:

- პაციენტები კლინიკური დიაგნოზის გარეშე;
- პაციენტები პრესბიოპიით;
- პაციენტები არტიფაკიით;
- პაციენტები დაავადებით;
- პაციენტები 1-ზე მეტი დიაგნოზით.

ასაკისა და სქესის განაწილება აღნიშნულ ჯგუფებში ნაჩვენებია ცხრილში 4:

	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი				
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
კლინიკური დიაგნოზის გარეშე	360	163	197	54.63	58	62	5	91
პრესბიოპიით	258*	161	142	57.43	57	52	37	85
არტიფაკიით	48**	20	42	72.48	72.5	73	48	96

დაავადებები	637	269	368	65.96	66	57	48	91
1-ზე მეტი დიაგნოზები	233***	108	125	61.02	61	57	24	91
სულ	1303							

* 258 პაციენტიდან 145-ს პრესბიოპიის გარდა ჰქონდა სხვა დაავადებაც;

** 48 პაციენტიდან 14-ს არტიფაკიის გარდა ჰქონდა სხვა დაავადებაც;

*** 1-ზე მეტი დიაგნოზის მქონე 233 პაციენტი შედის 637 დაავადებულ პაციენტში.

ცხრილი 4

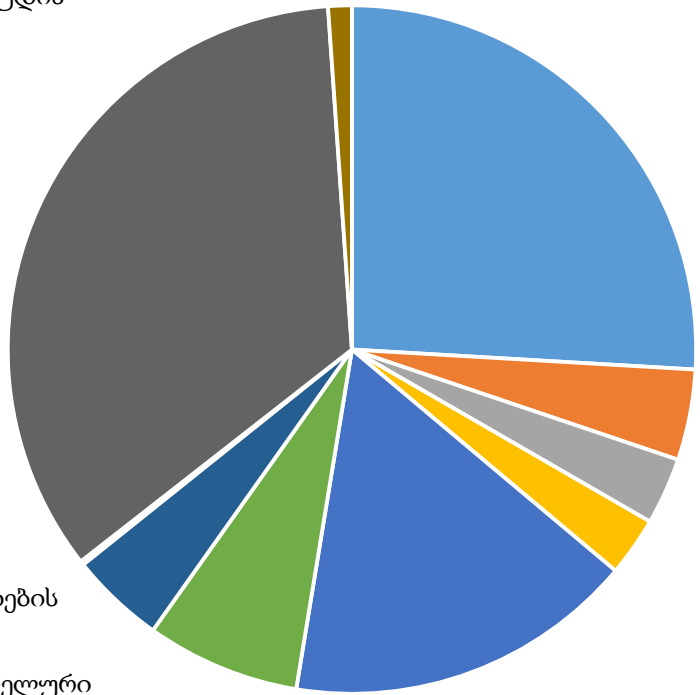
დაავადებები, რომლებიც ჯამში 637 პაციენტს გამოუვლინდა დაჯგუფდა დაავადებათა საერთაშორისო კლასიფიკაციის მე-10 გადახედვის (ICD 10) მიხედვით და სტატისტიკურად დამუშავდა SPSS პროგრამით.

შედეგები

დაავადების გამოვლენა ICD 10-ის ჯგუფებზე შემდეგნაირად გადანაწილდა:

- ქუთუთოს, საცრემლე სისტემისა და თვალბუდის ავადმყოფობათა ჯამური რაოდენობა - **140**;
- კონიუნქტივის ავადმყოფობები - **23**;
- სკლერის, რქოვანას, ფერადი გარსისა და ცილიარული სხეულის ავადმყოფობები - **17**;
- ბროლის ავადმყოფობები - **153**;
- სისხლძარღვოვანი გარსისა და ბადურას ავადმყოფობები - **89**;
- გლაუკომა - **39**;
- მნინისებური სხეულისა და თვალის კაკლის ავადმყოფობები - **24**;
- მხედველობის ნერვისა და მხედველობის გზების ავადმყოფობები - **1**;
- თვალის კუნთების ავადმყოფობები, პარალელური მოძრაობის, აკომოდაციისა და რეფრაქციის დარღვევები - **186**;
- მხედველობის მოშლა და სიბრმავე - **6**;

- ქუთუთოს, საცრემლე სისტემისა და თვალბუდის ავადმყოფობები
- კონიუნქტივის ავადმყოფობები
- სკლერის, რქოვანას, ფერადი გარსისა და ცილიარული სხეულის ავადმყოფობები
- ბროლის ავადმყოფობები
- სისხლმარღვოვანი გარსისა და ბადურას ავადმყოფობები
- გლაუკომა
- მინისებური სხეულისა და თვალის კაკლის ავადმყოფობები
- მხედველობის ნერვისა და მხედველობის გზების ავადმყოფობები
- თვალის კუნთების ავადმყოფობების, პარალელური მოძრაობის, აკომოდაციისა და რეფრაქციის დარღვევები

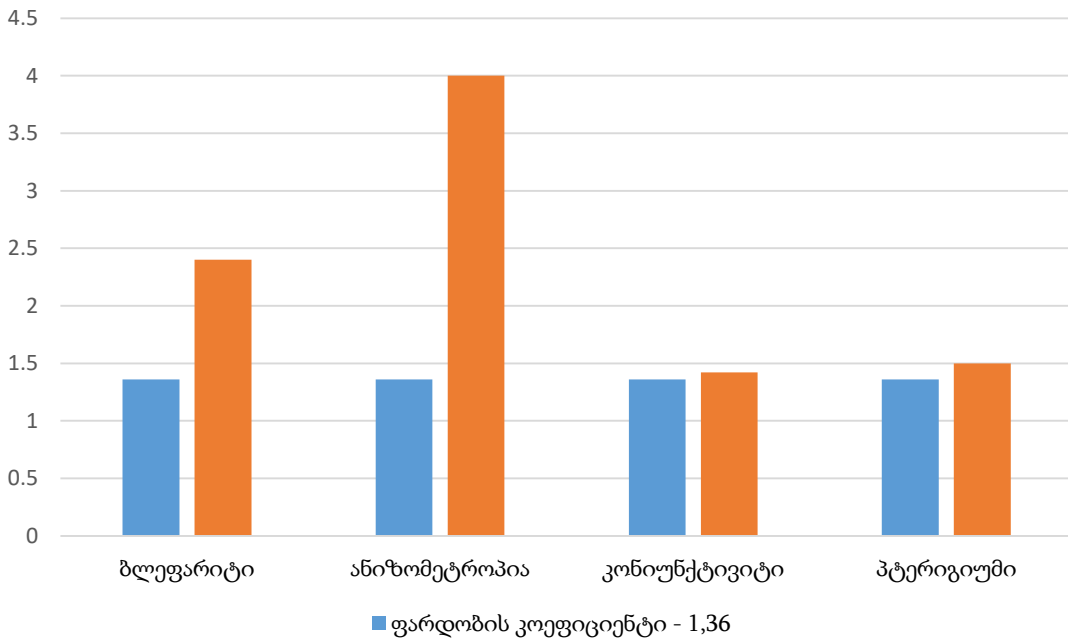


დიაგრამა 1

ამდენად, ყველაზე იშვიათი იყო მხედველობის ნერვისა და მხედველობის გზების ავადმყოფობები, ხოლო ყველაზე ხშირი - თვალის კუნთების ავადმყოფობების, პარალელური მოძრაობის, აკომოდაციისა და რეფრაქციის დარღვევები.

რიგი დაავადების შემთხვევაში გამოვლინდა დაავადების მაღალი სიხშირე მამაკაცებში ქალებთან შედარებით - რაოდენობათა ფარდობის კოეფიციენტი აღემატებოდა დაავადების მქონე მამრობითი და მდედრობითი ინდივიდების ფარდობის კოეფიციენტს - **1,36-ს** (368/269 - ცხრილი 4). მათ შორის აღსანიშნავია:

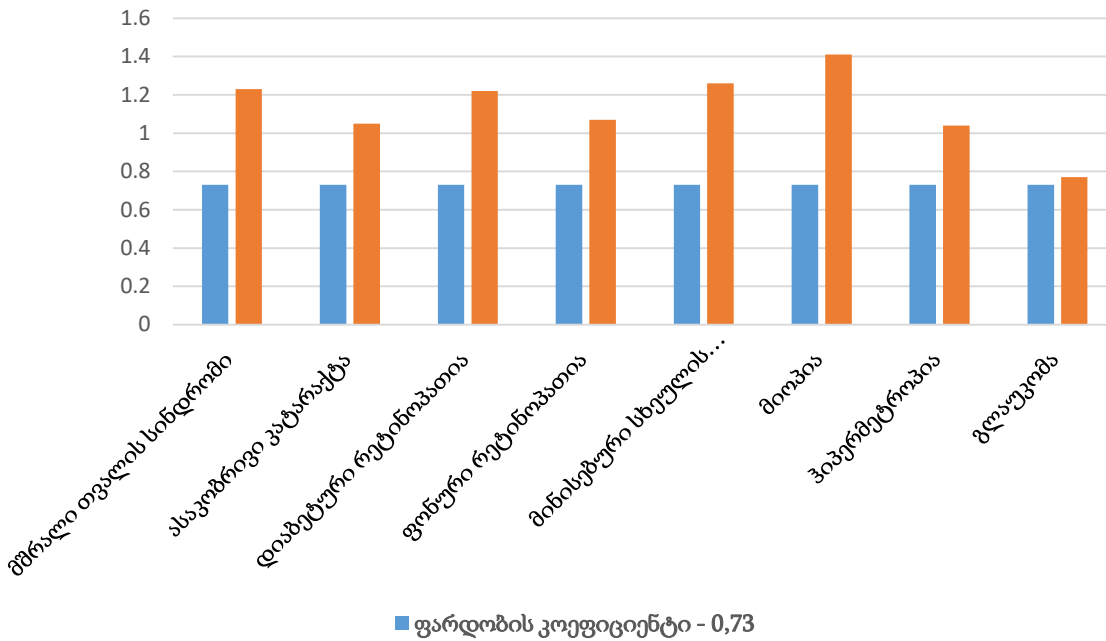
- ბლეფარიტი - **2,4;**
- ანიზომეტროპია - **4;**
- კონიუნქტივიტი - **1,42;**
- პტერიგიუმი - **1,5.**



დიაგრამა 2

აღნიშნული შესწავლილი იქნა საპირისპირო შემთხვევაშიც - როდესაც დაავადება უფრო ხშირი იყო ქალებში. შესადარებლად გამოყენებული იყო კოეფიციენტი **0,73** (დაავადების მქონე მდედრობითი ინდივიდების ფარდობა მამრობით ინდივიდებთან (269/368 - იხილეთ ცხრილი 4)). მათ შორის აღსანიშნავია (დიაგრამა 3):

- მშრალი თვალის სინდრომი - **1,23**;
- კერატოკონუსი (აღნიშნებოდა მხოლოდ ქალებს);
- ქსანთელაზმა (აღნიშნებოდა მხოლოდ ქალებს);
- ასაკობრივი კატარაქტა - **1,05**;
- დიაბეტური რეტინოპათია - **1,22**;
- ფონური რეტინოპათია - **1,07**;
- მინისებური სხეულის დესტრუქცია - **1,26**;
- მიოპია - **1,41**;
- ჰიპერმეტროპია - **1,04**;
- სტრაბიზმი - **6**;
- გლაუკომა - **0,77**.



დიაგრამა 3

საინტერესოა, რომ გარკვეულ დაავადებათა შემთხვევაში გამოვლინდა მნიშვნელოვანი განსხვავება დაავადების მქონე ყველა პაციენტის საშუალო ასაკთან - **65,96**-თან (ცხრილი 4). მათ შორის აღსანიშნავია:

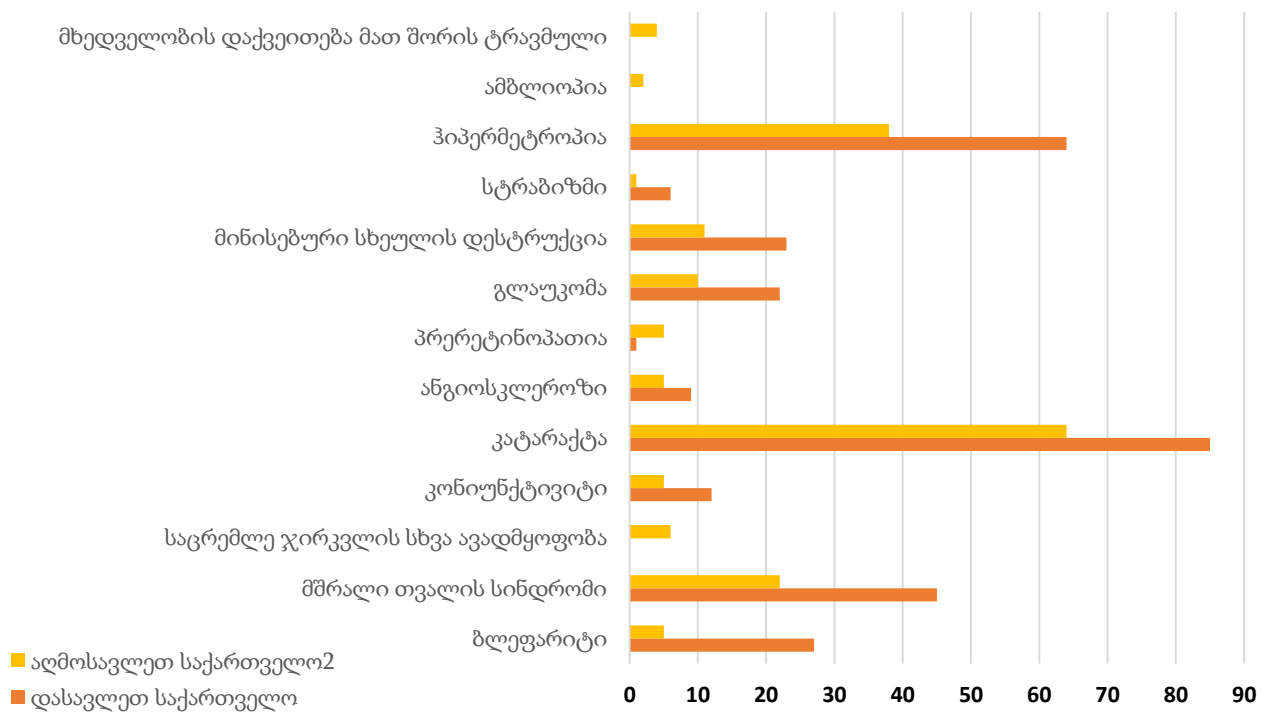
- ქუთუთოს, საცრემლე სისტემისა და თვალბუდის ავადმყოფობების ჯგუფში ყველა დაავადების საშუალო ასაკი იყო ნაკლები **65,95**-ზე. მათ შორის, ყველაზე დაბალი - საცრემლე ჯირკვლის სხვა ავადმყოფობები - **48,3**;
- კერატოკონუსი - **37,75**;
- სისხლჩაქცევა მინისებურ სხეულში - **55,5**;
- თვალის კუნთების ავადმყოფობების, პარალელური მოძრაობის, აკომოდაციისა და რეფრაქციის დარღვევების ჯგუფში ყველა დაავადების საშუალო ასაკი იყო ნაკლები **65,95**-ზე. მათ შორის, ყველაზე დაბალი - სტრაბიზმი - **47**;
- მხედველობის დაქვეითება, მათ შორის, ტრავმული - **53,5**;

ყველაზე დაბალი ასაკის - **4** წლის ინდივიდი გამოვლინდა რეფრაქციული სიეღმით, ხოლო ზრდასრულებში - **27** წლის ინდივიდი საცრემლე ჯირკვლის სხვა ავადმყოფობითა და ამავე ასაკის პაციენტი კერატოკონუსით. ყველაზე მაღალი ასაკის - **98** წლის პაციენტის მომართვის მიზეზი იყო გლაუკომა.

რიგი დაავადებების შემთხვევაში გამოვლინდა აღმოსავლეთ ან დასავლეთ საქართველოში უფრო მეტად გავრცელების ტენდენცია. ვინაიდან აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოში გამოკვლეულ ინდივიდთა ჯამურ რაოდენობათა ფარდობა ახლოსაა 1-თან (736/786, ცხრილები 2 და 3), სტატისტიკურად სარწმუნო შედარებისათვის გამოსადეგია პირდაპირ რაოდენობრივი მაჩვენებლების შედარება. იხილეთ ცხრილი 5 და დიაგრამა 4:

დაავადება	რაოდენობა დასავლეთ საქართველოში	რაოდენობა აღმოსავლეთ საქართველოში
ბლევარიტი	27	5
მშრალი თვალის სინდრომი	45	22
საცრემლე ჯირკვლის სხვა ავადმყოფობა	0	6
კონიუნქტივიტი	12	5
კატარაქტა	85	64
ანგიოსკლეროზი	9	5
პრერეტინოპათია	1	5
გლაუკომა	22	10
მინისებური სხეულის დესტრუქცია	23	11
სტრაბიზმი	6	1
ჰიპერმეტროპია	64	38
ამბლიოპია	0	2
მხედველობის დაქვეითება მათ შორის ტრავმული	0	4

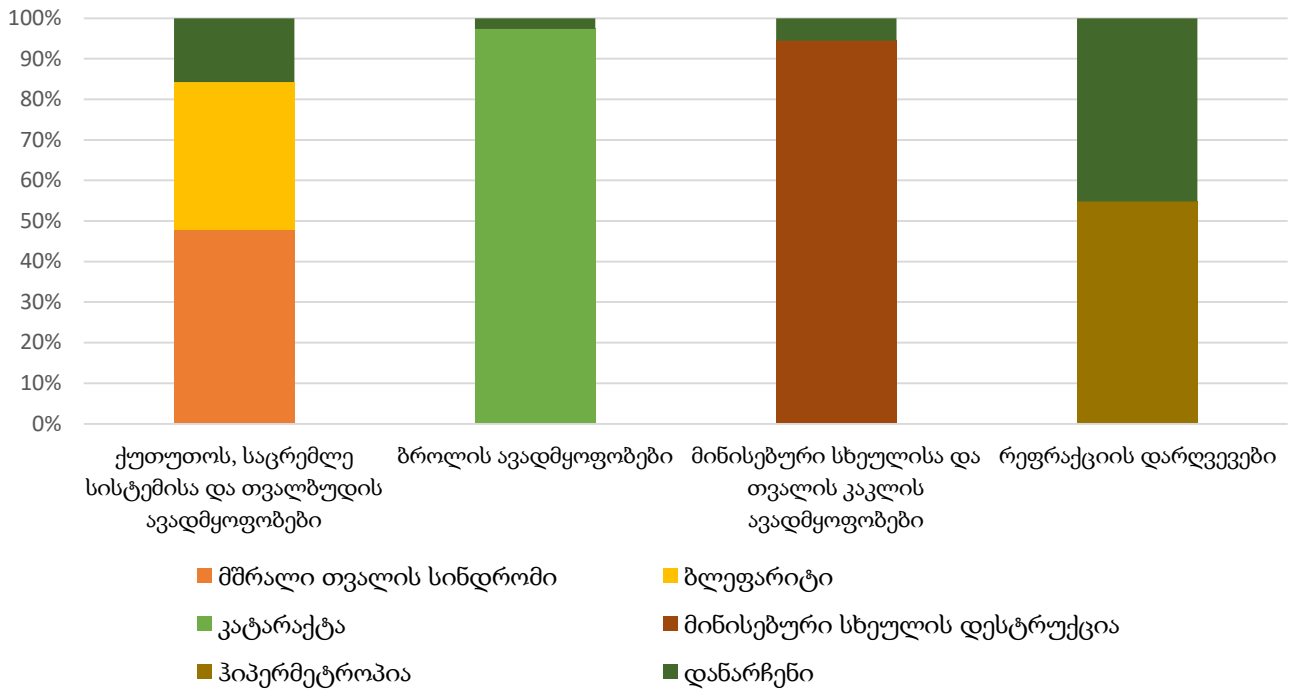
ცხრილი 5



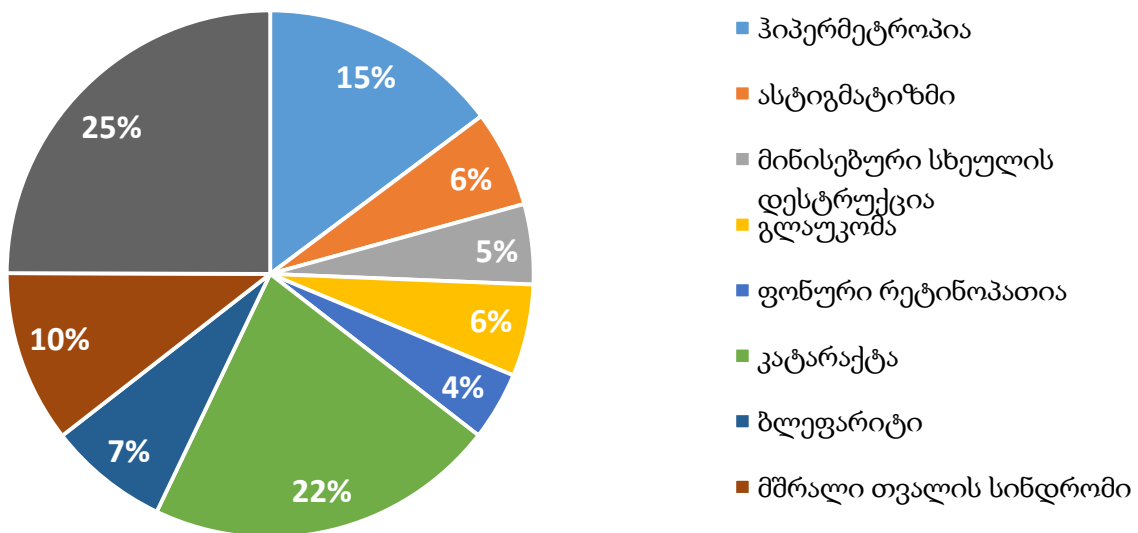
დიაგრამა 4

აღსანიშნავია რამდენიმე დაავადება, რომელიც განსაკუთრებით მაღალი ინციდენტობით გამოირჩეოდა როგორც დაავადებათა ჯგუფში (პროცენტული განაწილება - დიაგრამა 5), ისე ყველა დაავადებულ პაციენტში (დიაგრამა 6). ესენია:

- ჰიპერმეტროპია - **102** შემთხვევა;
- მინისებური სხეულის დესტრუქცია - **34** შემთხვევა;
- კატარაქტა - **149** შემთხვევა;
- ბლევარიტი - **51** შემთხვევა;
- მშრალი თვალის სინდრომი - **67** შემთხვევა.



დიაგრამა 5



დიაგრამა 6

როგორი იყო საშუალო ასაკის, მედიანის, მოდისა და მაქსიმალური და მინიმალური ასაკის თავისებურება დაავადებათა თითოეულ ჯგუფში, შეგიძლიათ იხილოთ ცხრილების დანართში.

შედეგების განხილვა

შედეგების თანახმად, დაავადებების სიხშირე ICD 10 კლასიფიკაციის სხვადასხვა ჯგუფში განსხვავებულია. ყველაზე ხშირია რეფრაქციული დარღვევები, ქუთუთოსა და საცრემლე სისტემის დაავადებები და სისხლძარღვოვანი გარსის ავადმყოფობები, ხოლო მხედველობის ნერვისა და მხედველობის გზების ავადმყოფობები ყველაზე იშვიათია, რაც შეესაბამება როგორც ეროვნულ, ისე მსოფლიო სტატისტიკას.

აღმოჩნდა, რომ ბლევარიტი უფრო ხშირია კაცებში, რაც ნაკლებად შეესაბამება გავცელებულ სტატისტიკურ მონაცემებს [10]. ასევე, ანიზომეტროპია ხასიათდება უფრო მაღალი სიხშირით ქალებთან შედარებით, რაც არსებული სტატისტიკის შესაბამისია [23].

განსხვავებით ბლევარიტისაგან, მშრალი თვალის სინდრომი უფრო ხშირია ქალებში, რაც არსებული ინფორმაციის შესაბამისია [10]. აგრეთვე, მამაკაცებზე მაღალი სიხშირით ვლინდება კატარაქტა, რეტინოპათია, მიოპია და გლაუკომა, რაც არსებულ სტატისტიკას შეესაბამება.

მასალის სტატისტიკური ანალიზის შედეგად დასტურდება, რომ რიგი დაავადებები ხასიათდება გამოვლენის უფრო მაღალი ტენდენციურობით სქესის ან საცხოვრებელი ადგილის მიხედვით: კლინიკური დიაგნოზის მქონე პაციენტების საშუალო ასაკზე ნაკლებია საცრემლე ჯირკვლის ავადმყოფობის, კერატოკონუსის, რეფრაქციის დარღვევების მქონე პაციენტების საშუალო ასაკი (ცხრილი 6), რაც ლოგიკურია იმის გათვალისწინებით, რომ პაციენტების ნახევარი 61 და მეტი წლის იყო, ხოლო ჩამოთვლილი პათოლოგიები ნაკლებად ხასიათდება მაღალ ასაკში გამოვლენის ტენდენციით.

ასაკობრივი ჯგუფი	რაოდენობა	% პაციენტებში კლინიკური დიაგნოზით	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი
9-17	8	1,25	6 (75%)	2 (25%)
24-35	15	2,35	10 (66,6%)	5 (33,3%)
37-60	295	46,3	149 (50,5%)	146 (49,5%)
61-98	319	50%	141 (44,2%)	178 (55,8%)

ცხრილი 6

პაციენტების ასაკის გადანაწილებით, ასევე, ლოგიკურია მინისებური სხეულის, კატარაქტისა და ჰიპერმეტროპიის მაღალი სიხშირე (დიაგრამა 6).

ასევე, საინტერესოა, რომ ზოგიერთი პათოლოგია, როგორცაა, საცრემლე ჯირკვლის სხვა დაავადებები, პრერეტინოპათია, ამბლიოპია და მხედველობის ტრავმული დაქვეითება, უფრო მაღალი სიხშირით (ან მხოლოდ) ვლინდება აღმოსავლეთ საქართველოში, ხოლო ბლევარიტი, მშრალი თვალის სინდრომი, კონიუნქტივიტი, კატარაქტა, ანგიოსკლეროზი, გლაუკომა, მინისებური სხეულის დესტრუქცია და ჰიპერმეტროპია უფრო ხშირია დასავლეთ საქართველოში. აღნიშნული განსაკუთრებით საინტერესოა ბლევარიტის, მშრალი თვალის სინდრომის, კონიუნქტივიტისა და კატარაქტის მქონე პაციენტებში, რადგან არსებული კვლევებით დასტურდება, რომ მაღალ ტენიანობის გარემო ხასიათდება არა დადებითი,

არამედ უარყოფითი კორელაციით კატარაქტის სიხშირესთან [16] და ამდენად, გამოვლენილი ტენდენცია საჭიროებს დამატებით კვლევებსა და რისკ-ფაქტორების იდენტიფიცირებას.

ხაზგასმით აღსანიშნავია, რომ გამოკვლეული პაციენტების დიდი ნაწილი პირველად იმყოფებოდა მხედველობის სკრინინგზე. ინდივიდთა აგრეთვე დიდი ნაწილი წარსულში იყო ოპერირებული, თუმცა მიზეზთა გამო კონტროლის შეუძლებლობის შედეგად, სწორედ აქციის საშუალებით შეძლო მხედველობის ორგანოს არსებული მდგომარეობის შემოწმება. მათგან რიგ შემთხვევაში იდენტიფიცირდა ისეთი გართულება, რომელთა აღმოფხვრაზე ზრუნვად იმ მომენტისათვის უკვე დაგვიანებული აღმოჩნდა, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში, გართულებები გამოვლინდა ადრეულ ეტაპზე და დაისახა მდგომარეობის დროული გამოსწორების გეგმა. ყოველივე ეს კვლავ ადასტურებს მსგავსი ფორმატის სკრინინგის ღონისძიებების მაღალ ეფექტურობასა და საჭიროებას [2][4].

დასკვნა

მოცემული კვლევის შედეგად გამოვლენილი შედეგებითა და ფაქტის გათვალისწინებით, რომ რიგ პაციენტთა შემთხვევაში ჩატარებული აქცია არსებითად გადამწყვეტი აღმოჩნდა სამომავლო ინტერვენციის დაგეგმვისა და მხედველობის შენარჩუნების თვალსაზრისით, დასტურდება საქართველოში მხედველობის შემოწმების მსგავსი საქველმოქმედო აქციების მაღალი აქტუალობა.

სტატისტიკური მონაცემებითა და ზოგიერთი პარამეტრის ზემოთ ნახსენები კორელაციით დასტურდება, რომ გარკვეული პათოლოგიები განსაკუთრებით მაღალი სიხშირით ვლინდება ზოგიერთ ჯგუფში. დაავადებათა კონკრეტულ ჯგუფში მაღალი სიხშირით გამოვლენის ტენდენცია მიუთითებს გარკვეული რისკ-ფაქტორების არსებობაზე, რომლებიც საჭიროებს დამატებით კვლევასა და შესაბამის ინტერვენციას.

ცხრილების დანართი

ქუთუთოს, საცრემლე სისტემისა და თვალბუდის ავადმყოფობები								
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	შორის მათ ქალი	შორის მათ კაცი	ასაკი				
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
ბლევარიტი	51	16	35	60.08	61	60	9	85
ენტროპიონი	1	1	0	72				
ექტროპიონი	1	0	1	69				
მშრალი თვალის სინდრომი	67	37	30	49.19	51	57	13	75
საცრემლე ჯირკვლის სხვა ავადმყოფობა	6	3	3	48.3	47		27	71
საცრემლე გზების სტენოზი	1	0	1	65				
საცრემლე გზების ქრონიკული ანთება	1	1	0	65				
ქალაზიონი	3	2	1	67.3	66		62	74
ქსანთელაზმა	4	4	0	50.25	51.5		41	57
პტერიგიუმი	5	2	3	57	58.5		42	69
სულ	140							

ქუთუთოს, საცრემლე სისტემისა და თვალბუდის ავადმყოფობები					
N	დაავადება	გამოვლენის რაიონებს შორის განაწილება		სულ	% გამოვლენულთა შორის
		დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო		
1	ბლევარიტი	27	5	51	7,39%
2	ენტროპიონი	1	0	1	0,14%
3	ექტროპიონი	0	1	1	0,14%
4	მშრალი თვალის სინდრომი	45	22	67	10,57%
5	საცრემლე ჯირკვლის სხვა ავადმყოფობა	0	6	6	0,86%
6	საცრემლე გზების სტენოზი	0	1	1	0,14%
7	საცრემლე გზების ქრონიკული ანთება	1	0	1	0,14%
8	ქალაზიონი	3	0	3	0,43%
9	ქსანთელაზმა	2	2	4	0,57%
10	პტერიგიუმი	3	2	5	0,72%
	სულ	82	58	140	20,28%

კონიუნქტივის ავადმყოფობები								
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი				
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
ბლევარო კონიუნქტივიტი	5	2	3	63.6	64		56	73
კონიუნქტივიტი	17	7	10	54.12	60		9	72
პინგვკულა	1	0	1	34				
სულ	23							

კონიუნქტივის ავადმყოფობები					
N	დაავადება	გამოვლენის განაწილება რაიონებს შორის		სულ	% დაავადებებს შორის
		დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო		
1	ბლევარო კონიუნქტივიტი	2	3	5	0,72%
2	კონიუნქტივიტი	12	5	17	2,46%
3	პინგვკულა	1	0	1	0,14%
	სულ	15	8	23	3,33%

სკლერის, რქოვანას, ფერადი გარსისა და ცილიარული სხეულის ავადმყოფობები								
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი				
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
გუბა წარზიდული ქვევით	1	1	0	59				
კერატოკონიუნქტივიტი	1	1	0	75				
კერატოკონუსი	4	4	0	37.75	36.5		27	51
პტერიგიუმი	5	2	3	57	58.5		42	69
რქოვანას დისტროფია	1	0	1	70				
რქოვანას შემღვრევა	4	1	3	59.25	64		37	72
arcus senilis (გერონტოქსონი)	1	0	1	45	45			
სულ	17							

სკლერის, რქოვანას, ფერადი გარსისა და ცილიარული სხეულის ავადმყოფობები					
N	დაავადება	გამოვლენის რაიონებს შორის განაწილება		სულ	% დაავადებებს შორის
		დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო		
1	გუგა წარზიდული ქვევით	0	1	1	0,14%
2	კერატოკონიუნქტივიტი	0	1	1	0,14%
3	კერატოკონუსი	2	2	4	0,57%
4	პტერიგიუმი	3	2	5	0,72%
5	რქოვანას დისტროფია	0	1	1	0,14%
6	რქოვანას შემღვრევა	2	2	4	0,57%
7	arcus senilis (გერონტოქსონი)	0	1	1	0,14%
	სულ	7	10	17	2,46%

ბროლის ავადმყოფობები									
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი					
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური	
აფაკია	4	1	3	63	64	69	55	69	
კატარაქტა	ასაკობრივი	144	74	70	70.35	72	75	45	91
	გართულებული	3	2	1	83	82		80	87
	თანდაყოლილი	1	0	1	41				
	ტრავმული	1	0	1	62				
კატარაქტა სულ	149	76	73	70.35	72	75	41	91	
სულ	153								

ბროლის ავადმყოფობები					
დაავადება	გამოვლენის რაიონებს შორის განაწილება		სულ	% დაავადებებს შორის	
	დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო			
აფაკია	1	3	4	0,57%	
კატარაქტა	ასაკობრივი	82	62	144	20,86%
	გართულებული	1	2	3	0,43%
	თანდაყოლილი	1	0	1	0,14%
	ტრავმული	1	0	1	0,14%
კატარაქტა სულ	85	64	149	21,59%	
სულ	86	67	153	22,17%	

სისხლძარღვოვანი გარსისა და ბადურას ავადმყოფობები								
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი				
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
ათეროსკლეროზი	1	0	1	71				
ანგიოსკლეროზი	14	6	8	67.92	67.5	65,68	59	82
ანგიოპათია	2	2	0	65				
ბადურას სისხლჩაქცევა	1	1	0	73				
დიაბეტური რეტინოპათია	20	11	9	66.2	65.6		51	88
პრერეტინოპათია	6	1	5	60.83	62.5		48	71
ფონური რეტინოპათია	29	14	15	64	65		49	77
ყვითელი ხალის დეგენერაცია	4	0	4	70.75	73		61	76
ჰიპერტონული რეტინოპათია	12	5	7	65.83	65	63	49	81
სულ	89							

სისხლძარღვოვანი გარსისა და ბადურას ავადმყოფობები					
N	დაავადება	გამოვლენის განაწილება რაიონებს შორის		სულ	% დაავადებებს შორის
		დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო		
1	ათეროსკლეროზი	1	0	1	0,14%
2	ანგიოსკლეროზი	9	5	14	2,02%
3	ანგიოპათია	2	0	2	0,29%
4	ბადურას სისხლჩაქცევა	1	0	1	0,14%
5	დიაბეტური რეტინოპათია	11	9	20	2,89%
6	პრერეტინოპათია	1	5	6	1,22%
7	ფონური რეტინოპათია	17	12	29	4,2%
8	ყვითელი ხალის დეგენერაცია	2	2	4	0,57%
9	ჰიპერტონული რეტინოპათია	7	5	12	1,73%
	სულ	51	38	89	12,89%

გლაუკომა								
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი				
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
გლაუკომა	32	14	18	63.5	63.5	61.75	39	98
მეორადი გლაუკომა	1	0	1	76				
ნორმოტენზიული გლაუკომა	1	0	1	66				
შორსწასული გლაუკომა	3	2	1	55.3	59		37	70
ტერმინალური გლაუკომა	1	0	1	75				
ექვი გლაუკომაზე	1	1	0	50				
სულ	39							

გლაუკომა					
N	დაავადება	გამოვლენის განაწილება რაიონებს შორის		სულ	% დაავადებებს შორის
		დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო		
1	გლაუკომა	22	10	32	4,63%
2	მეორადი გლაუკომა	1	0	1	0,14%
3	ნორმოტენზიული გლაუკომა	1	0	1	0,14%
4	შორსწასული გლაუკომა	3	0	3	0,43%
5	ტერმინალური გლაუკომა	1	0	1	0,14%
6	ექვი გლაუკომაზე	0	1	1	0,14%
	სულ	28	11	39	5,65%

მინისებური სხეულისა და თვალის კაკლის ავადმყოფობები								
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი				
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
მინისებური სხეულის დესტრუქცია	34	19	15	63.18	64		45	89
სისხლჩაქცევა მინისებურ სხეულში	2	0	2	55.5			45	66
სულ	36							

მინისებური სხეულისა და თვალის კაკლის ავადმყოფობები					
N	დაავადება	გამოვლენის განაწილება რაიონებს შორის		სულ	% დაავადებებს შორის
		დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო		
1	მინისებური სხეულის დესტრუქცია	23	11	34	4,92%
2	სისხლჩაქცევა მინისებურ სხეულში	1	1	2	0,28%
სულ		24	12	36	5,21%

მხედველობის ნერვისა და მხედველობის გზების ავადმყოფობები									
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის	მათ შორის	ასაკი					
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური	
მხედველობის ნერვის დვრილის გლაუკომური რუხი ატროფია	1	0	1	59					

მინისებური სხეულისა და თვალის კაკლის ავადმყოფობები					
N	დაავადება	გამოვლენის განაწილება რაიონებს შორის		სულ	% დაავადებებს შორის
		დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო		
1	მხედველობის ნერვის დვრილის გლაუკომური რუხი ატროფია	1	0	1	0,14%

თვალის კუნთების ავადმყოფობები, პარალელური მოძრაობის, აკომოდაციისა და რეფრაქციის დარღვევები									
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი					
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური	
ანიზომეტროპია	5	1	4	53	61	67	31	67	
ასტიგმატიზმი	41	19	22	50.8	51.5	49 57	13	82	
აკომოდაციის სპაზმი	3	2	1	11.6	11		7	17	
სტრაბიზმი	7	6	1	47	45	60	29	60	
მიოპია	27	17	12	51.74	50	50	16	90	
რეფრაქციული სიეღმე	1	1	0	4					
ჰიპერმეტროპია	102	52	50	58.54	60.5	57	9	79	
სულ	186								

N	დაავადება	გამოვლენის განაწილება რაიონებს შორის		სულ	% დაავადებებს შორის
		დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო		
1	ანიზომეტროპია	5	0	5	0,72%
2	ასტიგმატიზმი	20	21	41	5,94%
3	აკომოდაციის სპაზმი	2	1	3	0,43%
4	სტრაბიზმი	6	1	7	1,01%
5	მიოპია	16	11	27	3,91%
6	რეფრაქციული სიელმე	1	0	1	0,14%
7	ჰიპერმეტროპია	64	38	102	14,78%
	სულ	114	72	186	26,95%

მხედველობის მოშლა და სიბრმავე								
დაავადება	პაციენტების რაოდენობა	მათ შორის ქალი	მათ შორის კაცი	ასაკი				
				საშუალო	მედიანა	მოდა	მინიმალური	მაქსიმალური
ამბლიოპია	2	1	1	55	55		44	66
მხედველობის დაქვეითება მათ შორის ტრავმული	4	1	4	53.5	55.5		41	62
სულ	6							

მხედველობის მოშლა და სიბრმავე					
N	დაავადება	გამოვლენის განაწილება რაიონებს შორის		სულ	% დაავადებებს შორის
		დასავლეთ საქართველო	აღმოსავლეთ საქართველო		
1	ამბლიოპია	0	2	2	0,29%
2	მხედველობის დაქვეითება მათ შორის ტრავმული	0	4	4	0,57%
	სულ	0	6	6	0,86%

1. Age-Related Eye Disease Study Research Group. (2000). Risk factors associated with age-related macular degeneration. *Ophthalmology*, 107(12), 2224-2232.
2. Aldebasi, Y. H., Alsuhaibani, A. H., Khan, A. H., & Alghulaydhawi, F. (2017). Community eye screening for refractive errors in school adolescents in Western Saudi Arabia: A retrospective study. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 24(3), 148–153.
3. Ayoub T, Patel N. Age-related macular degeneration. *J R Soc Med*. 2009 Feb;102(2):56-61. doi: 10.1258/jrsm.2009.080298. PMID: 19208869; PMCID: PMC2642874.
4. Bhattacharjee, H., Das, K., Borah, R. R., Guha, K., Devi, R., & Bhattacharyya, P. (2019). Socio-demographic profile and prevalence of refractive error among school-going children in Silchar Town, Assam. *Indian Journal of Ophthalmology*, 67(4), 529–533
5. Burr, J. M., Mowatt, G., Hernández, R., Siddiqui, M. A., Cook, J., Lourenco, T., ... & Fraser, C. (2017). The clinical effectiveness and cost-effectiveness of screening for open angle glaucoma: a systematic review and economic evaluation. *Health Technology Assessment*, 21(62), 1-202
6. Courtright, P., Metcalfe, N., Hoechsmann, A., Chirambo, M., Noertjojo, K., & Mathenge, W. (2017). Use of our mobile eye units in unexpected disaster response: A case report from Malawi. *International Health*, 9(5), 291–293
7. Cumberland PM, Bao Y, Hysi PG, Foster PJ, Hammond CJ, Rahi JS; UK Biobank Eyes & Vision Consortium. Frequency and Distribution of Refractive Error in Adult Life: Methodology and Findings of the UK Biobank Study. *PLoS One*. 2015 Oct 2;10(10):e0139780. doi: 10.1371/journal.pone.0139780. PMID: 26430771; PMCID: PMC4591976.].
8. Daiger, S. P., Sullivan, L. S., & Bowne, S. J. (2013). Genes and mutations causing retinitis pigmentosa. *Clinical Genetics*, 84(2), 132-141.
9. Donald S. Fong, Lloyd Aiello, Thomas W. Gardner, George L. King, George Blankenship, Jerry D. Cavallerano, Fredrick L. Ferris, Ronald Klein, for the American Diabetes Association; Diabetic Retinopathy. *Diabetes Care* 1 January 2003; 26 (suppl_1): s99–s102. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.2007.S99>
10. Eberhardt M, Rammohan G. Blepharitis. [Updated 2023 Jan 23]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459305/>
11. Gilbert, C., Shah, S. P., Jadoon, M. Z., Bourne, R., Dineen, B., Khan, M. A., ... & Khan, M. D. (2015). Poverty and blindness in Pakistan: Results from the Pakistan national blindness and visual impairment survey. *BMJ Open*, 5(8), e008210.
12. Gong JF, Xie HL, Mao XJ, Zhu XB, Xie ZK, Yang HH, Gao Y, Jin XF, Pan Y, Zhou F. Relevant factors of estrogen changes of myopia in adolescent females. *Chin Med J (Engl)*. 2015 Mar 5;128(5):659-63. doi: 10.4103/0366-6999.151669. PMID: 25698200; PMCID: PMC4834779.
13. Kirkizlar, E., Serban, N., Sisson, J. A., Swann, J. L., & Barnes, C. S. (2013). Evaluation of telemedicine for screening of diabetic retinopathy in the Veterans Health Administration. *Ophthalmology*, 120(12), 2604-2610

14. Klein, R., Klein, B. E., Jensen, S. C., & Meuer, S. M. (2004). The five-year incidence and progression of age-related maculopathy: the Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology*, 111(6), 1176-1181.
15. Li M, Wang Y, Liu Z, Tang X, Mu P, Tan Y, Wang J, Lin B, Deng J, Peng R, Zhang R, He Z, Li D, Zhang Y, Yang C, Li Y, Chen Y, Liu X, Chen Y. Females with Type 2 Diabetes Mellitus Are Prone to Diabetic Retinopathy: A Twelve-Province Cross-Sectional Study in China. *J Diabetes Res*. 2020 Apr 21;2020:5814296. doi: 10.1155/2020/5814296. PMID: 32377522; PMCID: PMC7191394.
16. Lv X, Gao X, Hu K, Yao Y, Zeng Y, Chen H. Associations of Humidity and Temperature With Cataracts Among Older Adults in China. *Front Public Health*. 2022 Mar 31;10:872030. doi: 10.3389/fpubh.2022.872030. PMID: 35433602; PMCID: PMC9008244.
17. Naidoo, K. S., Leasher, J., Bourne, R. R., Flaxman, S. R., Jonas, J. B., Keeffe, J., ... & Wong, T. Y. (2016). Global vision impairment and blindness due to uncorrected refractive error, 1990–2010. *Optometry and Vision Science*, 93(3), 227-234.
18. Quigley, H. A., & Broman, A. T. (2006). The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *British Journal of Ophthalmology*, 90(3), 262-267.
19. Rathi, S., Tsui, E., Mehta, N., Zahid, S., & Schuman, J. S. (2019). The current state of teleophthalmology in the United States. *Ophthalmology*, 126(9), 1399-1404.
20. Sherwin, J. C., Reacher, M. H., Keogh, R. H., Khawaja, A. P., Mackey, D. A., & Foster, P. J. (2012). The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*, 119(10), 2141-2151.
21. Ting, D. S., Cheung, G. C., Wong, T. Y., & Diabetic Retinopathy Global Study Group. (2016). Diabetic retinopathy: global prevalence, major risk factors, screening practices and public health challenges: a review. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, 44(4)
22. Vajaranant TS, Nayak S, Wilensky JT, Joslin CE. Gender and glaucoma: what we know and what we need to know. *Curr Opin Ophthalmol*. 2010 Mar;21(2):91-9. doi: 10.1097/ICU.0b013e3283360b7e. PMID: 20051857; PMCID: PMC4326058.
23. Wajuihian SO, Mashige KP. Gender and age distribution of refractive errors in an optometric clinical population. *J Optom*. 2021 Oct-Dec;14(4):315-327. doi: 10.1016/j.optom.2020.09.002. Epub 2021 Jan 22. PMID: 33487574; PMCID: PMC8569398.
24. Wang, F., Wang, H., Tuan, H. F., Nguyen, D. H., Sun, V., Keser, V., ... & Young, T. L. (2018). Next generation sequencing-based molecular diagnosis of retinitis pigmentosa: identification of a novel genotype-phenotype correlation and clinical refinements. *Human Genetics*, 137(10), 921-939
25. Zetterberg M, Celojovic D. Gender and cataract--the role of estrogen. *Curr Eye Res*. 2015 Feb;40(2):176-90. doi: 10.3109/02713683.2014.898774. Epub 2014 Jul 2. PMID: 24987869.
26. Zhang, X., Saaddine, J. B., Chou, C. F., Cotch, M. F., Cheng, Y. J., Geiss, L. S., ... & Imperatore, G. (2018). Prevalence of diabetic retinopathy in the United States, 2005-2008. *JAMA*, 304(6), 649-656.
27. ჩიჩუა ა., ჩიჩუა გ., გორგაძე გ. კლინიკური ოფთალმოლოგიის მორფოლოგიური საფუძვლები. გამომცემლობა წიგნი+ერი, თბილისი, 2021.

Statistical study of ophthalmological diseases prevalence in Georgia based on the data of charity diagnostic events conducted in 16 regions

Nino Karanadze^{1,2}, MD, PhD, Gigi Gorgadze², Mikheil Kurtanidze¹, MD, Ketevan Tkebuchava¹, MD, PhD, Nino Jgenti¹, MD, Nino Jankarashvili^{1,2}, MD, Tinatin Kilasonia^{1,2}, MD, PhD, Nino Lomtadze MD¹

¹Lions Eye Diabet Clinic-Georgia

²Tbilisi State Medical University

Abstract

Screening plays an important role in early detection, prevention and management of diseases. Obviously, screening measures are very valuable in ophthalmology practice, including for timely diagnosis and subsequent intervention of glaucoma, diabetic retinopathy, age-related macular degeneration, refractive disorders, hereditary eye diseases.

Screening events, on the other hand, are of different types and formats. Among them, community eye health charity programs are the most relevant, as they often play a crucial role in organizing community eye health programs aimed at early detection and prevention of eye diseases.

Based on the cooperation of the Lions Eye Diabetic Clinic-Georgia and the State Service of Veterans Affairs of Georgia, in 2022-2023, a total of 19 charity events were held in 16 regions of Georgia for war veterans and their family members. Within the events, patients were checked for visual acuity, clinical refraction, intraocular pressure, if necessary, glasses were selected, ophthalmoscopy and eye biomicroscopic examination were performed and in case of pathology, they were given a prescription and, if necessary, were redirected according to regions.

After each event, data of all patients were entered into Microsoft Excel, which created a single database of all examined patients. For statistical research, we used the data of patients' sex, age, diagnosis, treatment and the location of the action. Diseases detected in a total of 637 patients were grouped according to the 10th revision of the International Classification of Diseases (ICD 10) and statistically processed using the SPSS program.

The rarest were diseases of the optic nerve and visual pathways, and the most common were diseases of the eye muscles, parallel movement, accommodation and refraction disorders. In the case of a number of diseases - blepharitis, anisometropia, conjunctivitis and pterygium - a higher frequency of disease was detected in men compared to women, and in the case of a number of diseases - dry eye syndrome, age-related cataract, diabetic retinopathy and background retinopathy - a higher frequency of the disease in women. Interestingly, in the case of certain diseases, a significant difference with the average age of all patients with the disease was revealed.

As a result of the statistical study of the material, it is confirmed that a number of diseases are characterized by a higher tendency of detection depending on gender or place of residence. It should

be emphasized that a large part of the examined patients were on vision screening for the first time, and a large part had undergone surgery, but due to the impossibility of control due to certain reasons, they were able to check the current condition of the organ of vision through the event.

the results of this study and the fact that in the case of a number of patients the charity diagnosis event turned out to be essentially decisive in terms of future intervention and vision preservation, confirm the high effectiveness and relevance of such actions in Georgia. The tendency of some statistical variables to be detected with a high frequency in a specific group indicates the presence of certain risk factors that require additional research.

Key Words: Screening, Risk Factors, Glaucoma, Retinopathy, Visual Acuity



CURRENT STATUS OF HALYOMORPHA HALYS IN TURKEY

Temel GOKTURK

Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry, Department of Forestry Engineering

temel.gokturk@gmail.com

Abstract

The brown marmorated stink bug, scientifically known as *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae), is widely recognized as a prominent invasive pest. Since its detection, it has rapidly disseminated to numerous nations worldwide and continues to inflict harm on hundreds of plant species. *Halyomorpha halys* was recorded for the first time in Türkiye in Istanbul and Artvin in the Eastern Black Sea Region near the border with Georgia in 2017. During the last 7 years, *H. halys* has spread to all provinces in the Eastern Black Sea Region. It is also reported to have spread to İstanbul, Yalova and Kocaeli provinces in the Marmara Region. The damage status of *H. halys* varied in the provinces where it was distributed. Especially in areas with monoculture agricultural products, the level of damage and population growth increased significantly. *Halyomorpha halys* possesses a considerable capacity to cause harm to approximately 300 plant species globally, encompassing agricultural crops, nuts, vegetables, and ornamentals, owing to its extensive range of hosts. The most damaged plant in the Eastern Black Sea region is hazelnut, followed by corn and kiwi. As a result of the damage caused by *H. halys*, the level of damage to hazelnut fruit after emgii was determined to be more than 40% in some districts of the Eastern Black Sea region. However, hazelnuts with excessive damage in this region cannot be sold. The economic loss in hazelnut is estimated to be millions of dollars only for the year 2024. The Ministry of Agriculture and Forestry of the Republic of Turkey has prepared an action plan for this pest species. As a result of this plan, the insect population and damage is expected to decrease.

Keywords: The damage status, Distribution, Hazelnut, Economic loss

1. Introduction

Global warming and the increase in international trade cause agricultural and forest pests to spread to different continents and countries. These pests, known as invasive species, can cause major outbreaks shortly after their introduction. The brown marmorated stink bug [*Halyomorpha halys* (Stål,

1855) (Hemiptera: Pentatomidae)] is one of the invasive pests in many countries around the world. *Halyomorpha halys* is native to China, Japan, Korea and Taiwan (Rider, 2006). This invasive species was first recorded in Pennsylvania (USA) in the mid-1990s (Hoebeker and Carter, 2003). In Europe, it was first detected in Switzerland in 2004 (Haye et al., 2014). As of 2023, *H. halys* was found in Albania, Austria, Belgium, Bulgaria, Canada, Chile, China, Corsica Island, Croatia, Czech Republic, France, Georgia, Germany, Greece, Guam, Hungary, Iceland, India, Italy, Liechtenstein, Japan, Kazakhstan, Korea North, Korea South, Macedonia, Malta, Myanmar, Nigeria, Norway, Poland, Romania, Russian Federation, Serbia, Spain, Slovakia, Slovenia, Sweden, Switzerland, Taiwan, Türkiye, Ukraine, United Kingdom, United States of America and Vietnam (Wermelinger et al., 2008;; Heckmann, 2012; Milonas and Partsinavelos, 2014; Vetek et al., 2014; Macavei et al., 2015; Seat, 2015; Dioli et al., 2016; Gapon, 2016; Simov, 2016; Göktürk, 2020).

Halyomorpha halys was recorded for the first time in Artvin in the Eastern Black Sea Region near the border with Georgia in 2017 (Göktürk and Tozlu, 2019). *H. halys* has spread to all of the Black Sea Region over the last seven years. Additionally, reports indicate its spread to the Istanbul and Yalova provinces in the Marmara Region (Göktürk, 2023).

The brown marmorated stink bug overwinters in the adult stage among fallen plant debris, under the bark of trees, in holes, and in different residential areas, and especially prefers dry areas (Lee et al., 2013). Despite reports of 4-6 generations per year in South Asia (Lee et al., 2013), researchers have only found 1 or 2 offspring in its distribution areas to date (Rice et al., 2014). Adults of *H. halys* mate about two weeks after emerging from their overwintering sites in spring. Shortly afterwards, mated females begin laying eggs on the underside of host plants' leaves. The emergence of adults from overwintering sites can begin in April but peak between mid-May and early June. Females usually lay a total of 360–400 eggs in clusters of 20–30. Oviposition occurs on a weekly basis and can last up to two months. The insect's oviposition season starts in June, with the maximum number of eggs laid in July, and ends at the end of August. The same host plant can host both adult and various nymphal stages, as females lay new eggs throughout the season (Göktürk, 2020).

Adults and nymphs of *H. halys* cause damage by injecting digestive enzymes directly into the fruit and sucking plant juices through their stinging mouthparts (Rice et al., 2014). The signs of feeding damage on tree fruits are characterized by surface discoloration, indentations or distortions, and regions of internal necrosis (Joseph et al., 2015). Consequently, such products are deemed unmarketable (Bariselli et al., 2016). Moreover, the pest enters houses during overwintering and congregates in huge groups in such structures, and the negative effects of the foul odors it emits on human health make it a major urban problem (Inkley, 2012).

Halyomorpha halys has the capacity to damage about 300 plant species globally, including agricultural crops, nuts, vegetables, and ornamentals. The main host species of *H. halys* include hazelnuts, almonds, pistachios, apples, kiwis, olives, peaches, citrus fruits, pears, plums, nectarines, apricots, cherries, maples, lilacs, persimmons, maize, soybeans, tomatoes, okra, peppers, aubergines,

tomatoes, grapes, and rice, with varying preferences among different hosts (Nielsen and Hamilton, 2009; Maistrello et al., 2017).

Halyomorpha halys is a pest that is difficult to control because it spreads over large areas in a short time and has a wide range of hosts (Bergmann et al., 2016). *H. halys* poses significant economic risks to numerous crops due to several key factors. Firstly, its highly polyphagous nature allows it to feed on a wide variety of plants, making it a versatile pest. Secondly, *H. halys* has the ability to pose a threat over long periods of time, leading to prolonged damage to crops. In addition, its capacity to spread between different hosts and habitats further increases economic risks. Finally, unlike native pentatomids, both nymphs and adults of *H. halys* can feed on and damage crops, increasing the potential damage caused. Reports in North America attribute losses of up to 70 percent of crop value in fruit and vegetables to *H. halys*. In New Jersey and the surrounding region, it caused a loss of approximately \$37 million in apples and peaches in 2010 (Seetin, 2011). In 2010, it also caused serious losses in corn, peppers, tomatoes, soy beans, grapes, and ornamentals grown in nurseries (Leskey et al., 2012a; Rice et al., 2014). Since its first detection in Italy, *Halyomorpha halys* has become a significant pest in many crops, including hazelnut orchards (Bosco et al., 2018). Peach and pear orchards in Italy, along with those of apricot, plum, apple, persimmon, and tomato, experienced economic damages (Bariselli et al., 2016). In Georgia, the pest caused approximately 52.7–68.6 million USD in damage to hazelnuts in 2016 (Murvanidze et al., 2018).

IPM programs for *H. halys* are under development (Leskey et al., 2012a). Insecticide control is the most commonly used in IPM programs. According to various studies, dimethoate, malathion, bifenthrin, mehdathion, endosulfan, methomyl, chlorpyrifos, acephate, fenpropathrin, and permethrin have demonstrated efficacy against *H. halys* (Leskey et al., 2012b). Pheromone traps are also frequently used in monitoring and controlling activities against *H. halys*. The most commonly used are PHEROCON Brown Marmorated Stink Bug brand sticky traps and PHEROCON® CSB' type pheromone capsules (Aldrich et al., 2009). Another control method is biological control. Studies have shown that insects, spiders, and entomopathogens have a suppressive effect on insects (Balusu et al., 2019; Fusu and Andreadis, 2023; Göktürk et al., 2023).

In this study, the distribution, population, and economic damage status of *H. halys* in Turkey were tried to be revealed by utilizing the literature.

2. Materials and methods

In this study, pheromone traps were hung along the coastal area of the whole Black Sea Region in order to determine the distribution of the beetle. Pherocon BMSB Dual Lure pheromone traps were used to catch *H. halys* adults. Pherocon BMSB Dual Lure pheromone traps were used as trap material. These traps were hung in hazelnut, kiwi, corn, bean and citrus gardens in early May at a height of 1.5–2.0 m above the soil surface, and the traps were checked twice a week. We conducted periodic controls from May to October. The study hung 400 pheromone traps between 2018 and 2023 to determine the presence of the insect in the area. In addition, information on the distribution of the insect was obtained from the personnel of the Ministry of Agriculture and Forestry, and the literature was also utilized.

3. Results and Discussion

Examining the risk maps prepared based on the potential distribution areas and ecological requirements of *Halyomorpha halys* worldwide reveals that the coastal parts of the Black Sea region offer the most suitable climatic conditions for the insect. The first sighting of *Halyomorpha halys* occurred in Artvin in the Eastern Black Sea Region, and within 7 years, it spread to the entire Black Sea region and part of the Marmara Region. In this process, after its first detection in 2017, it was first seen in Artvin province by years, and in 2019, it was observed in Rize and Trabzon agricultural areas in addition to Artvin. In 2020, *H. halys* continued its spread, reaching Giresun and Ordu provinces. In 2021, observations began in Samsun. In 2020, *H. halys* was seen in Sinop and Kastamonu, and in 2023, it continued its spread along the entire coastline, reached the Marmara Region, and reached Istanbul (Figure 1).

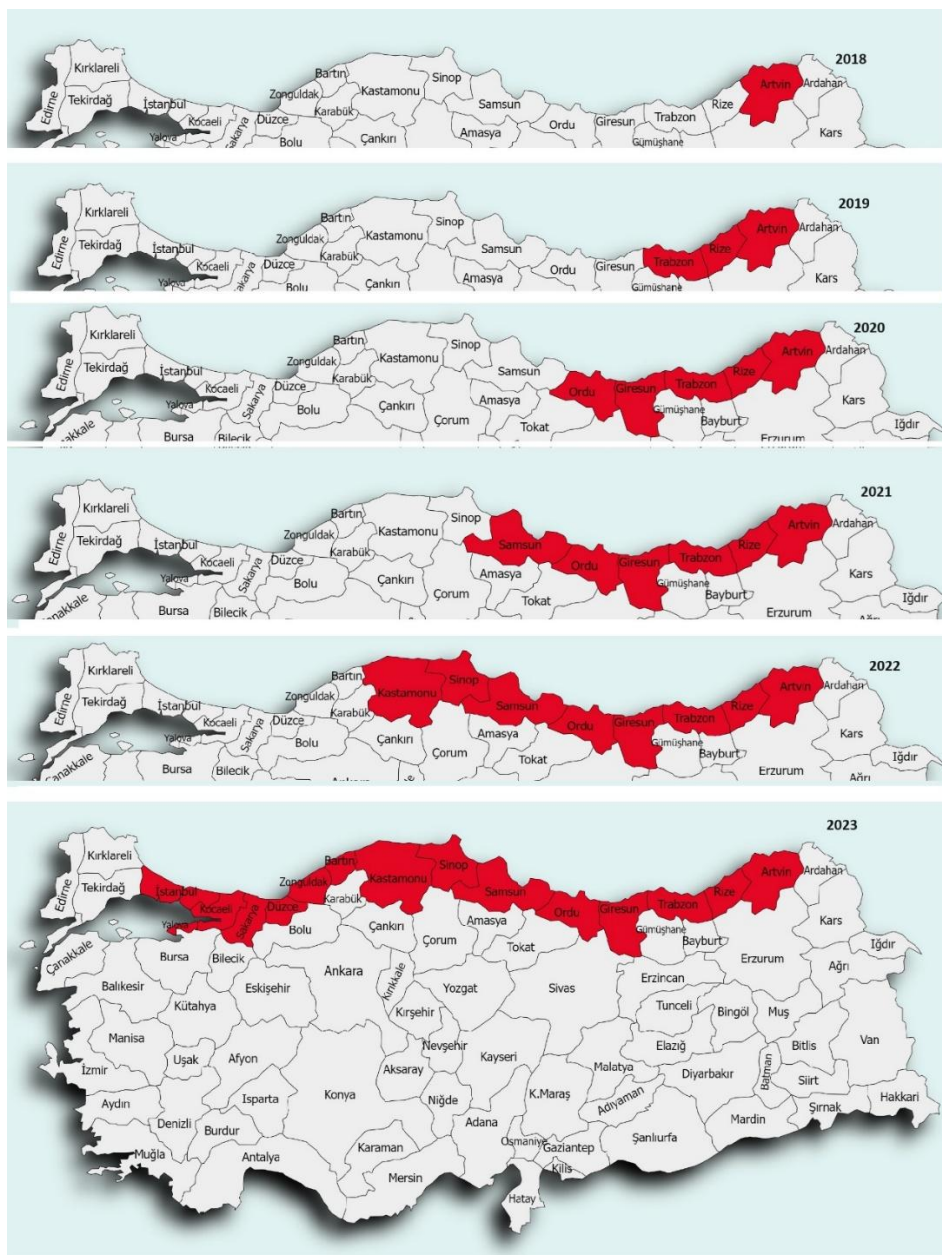


Figure 1. Distribution of *Halyomorpha halys* in Turkey

Considering the favorable climate and host conditions of the area and the annual flight of the insect, it was not surprising that the spread of *H. halys* along the coastline of approximately 1350 km was so rapid. Wiman et al. (2015) report that adults of *H. halys* can fly an average of 2.7–5 km per day and up to 75 km or 117 km in a year. In addition to natural flights, vehicle traffic is thought to be effective in the spread of *H. halys*. Intensive commercial activities between the Black Sea and the Marmara Region are effective in the spread of the insect. Especially the stopover of vehicles coming from Artvin province in Giresun and Ordu provinces has been effective in the transport of the insect. Therefore, one of the reasons for the initial long-distance contamination is anthropogenic factors. Wallner et al. (2014) stated that *H. halys* was transported long distances by vehicles after the initial contamination and named this situation as stratified diffusion.

Temperature is one of the main factors affecting the biological development and spread of *H. halys*. In the region, the population and damage to the beetle are higher, especially in the south and near the sea. In these areas, the insect emerges from winter quarters earlier, and the number and duration of eggs are longer. This causes the vegetation to last longer and thus the damage to increase. It was determined that 5 to 420 *H. halys* adults per week fell into the traps hung in the distribution areas of the beetle. During the surveys carried out between April and October, the least number of insects caught in the traps was in June and July, and the highest number was in April, August, and September. Giresun and Ordu provinces had the highest number of *H. halys* in 2024 in terms of population density and damage (Figure 2).



Figure 2. Population and damage status of *Halyamorpha halys*

The reason for the high amount of damage caused by the insect in these areas is that the most common plant in the area is hazelnut. In many hazelnut-growing countries in the world, it has been reported that the pest causes serious yield and quality losses due to feeding directly on the fruit (Hedstrom et al., 2014; Bosco et al., 2017; Haye and Weber, 2017). In Turkey, there are approximately 700,000 hectares of hazelnut orchards, and approximately 610,000 metric tons of hazelnut are produced annually (TMO, 2020). Although there are about 15 pest species that can cause significant economic

losses in both yield and quality in terms of prevalence and population density in Turkish hazelnut orchards, the most dangerous of these is *H. halys*. The average hazelnut damage caused by species other than *H. halys* in hazelnut orchards in Turkey was found to be 7.44% (Ak et al., 2018). The damage rate of *H. halys* on hazelnuts in Giresun and Ordu provinces is 30-40% in some areas (Figure 3). These areas are especially the orchards located close to the sea and on the south side. The commercial value of damaged hazelnuts also decreases. While hazelnuts that are not damaged by the beetle are bought for 120-140 Turkish Liras, hazelnuts damaged by the beetle are bought for 50 Turkish Liras. Hazelnuts that are highly damaged by the insect are used in hazelnut oil production when they become bitter.



Figure 3. *Halyomorpha halys* damage in hazelnut

Among the crops where the pest causes significant losses, apple, pear, peach, kiwifruit, maize, tomato, pepper, and cereals are the most known, and all these crops are grown in Turkey. Moreover, the fact that the pest is generally observed in the Black Sea region does not mean that its spread will be limited to this region. As a matter of fact, when the spread of brown skunk in other countries is analyzed, it is seen that it has spread to the whole country in a short time. In general, it has been observed that the population level of invasive species increases exponentially before reaching its peak, and this increase accelerates from year to year (Mack et al., 2000). Studies have shown that the population of *H. halys* increases by 75% every year (Nielsen et al., 2013). The risk map prepared according to the potential distribution areas and ecological requirements of *H. halys* shows that the Black Sea region in particular has very favorable climatic conditions for the pest and that it can spread to other regions of Turkey (Haye et al., 2015; Kistner et al., 2017). Considering that the spread of the insect will continue in this way, it is possible that it will spread to Tekirdağ, Bursa, Balıkesir, Amasya, Bolu, and Karabük provinces in 2025. It is thought that the reason why it has spread only on the coast and has not traveled to the inland provinces until this time is due to the fact that the coastal parts of the Black Sea Region and the mountains of the inland provinces are parallel to the sea. Streito et al. estimated that *H. halys* may expand to the inland regions of Turkey until 2040 (Streito et al., 2021).



Figure 4. Estimated distribution of *Halyomorpha halys* in 2025

Efforts to control *H. halys* have been ongoing in Turkey since 2021. Chemical, biological, and biotechnical control methods are tried to be used together. In this context, Decis 2.5 EC is recommended as a chemical pesticide for the Eastern Black Sea Region in Turkey. PHEROCON® CSB' type pheromone traps are used for biotechnical control. Within the scope of biological control, *Trissolcus japonicus*, the egg parasitoid of *H. halys*, should be used.

In conclusion, we can say that *H. halys* is an important insect pest for Turkey. It economically threatens many agricultural crops in Turkey, especially hazelnut. Considering the fact that many cultivated plants grown in Turkey are among the main hosts of this pest, it is seen that it carries a much greater risk than many invasive species previously encountered. The control activities carried out so far have not yielded complete success. Therefore, it is urgent and imperative to take more effective measures against this pest, especially internal quarantine. Since *H. halys* prefers closed areas (houses, warehouses, workplaces, etc.) as a pest in the fight against *H. halys*, mechanical control should be carried out by collecting and destroying from the points where it clusters from the beginning of the wintering period.

References

- Ak, K., Tuncer, C., Baltacı, A., Eser, U., Saruhan, I. (2018). Incidence and severity of stink bugs damage on kernels in Turkish hazelnut orchards. *Acta Horticult*, 1226: 407-412.
- Aldrich, J.R., Khrimian, A., Chen, X., Camp, M.J. (2009). Semiochemically based monitoring of the invasion of the brown marmorated stink bug and unexpected attraction of the native green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in Maryland. *Fla. Entomol*, 92: 483-491.
- Balusu, R.R., Talamas, E.J., Cottrell, T.E., Toews, M.D., Blaauw, B.R., Sial, A.A., Buntin, D.G., Fadamiro, H.Y., Tillman, G. (2019). First record of *Trissolcus basal* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in the United States. *Biodiversity Data Journal*, 7: e39247.

- Bariselli, M., Bugiani, R., Maistrello, L. (2016). Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. EPPO Bulletin, 46: 332–334.
- Bergmann, E.J., Venugopal, P.D., Martinson, H.M., Raupp, M.J., Shrewsbury, P.M. (2016). Host plant use by the invasive *Halyomorpha halys* (Stål) on woody ornamental trees and shrubs. PloS one, 11(2): 1-12.
- Bosco, L., Moraglio, S.T., Tavella, L. (2018). *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. Journal of Pest Science, 91(2): 661-670.
- Bosco, L., Moraglio, S.T., Tavella, L. (2017). *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. J Pest Sci, 91(2): 661-670.
- Dioli, P., Leo, P., Maistrello, L. (2016). Prime segnalazioni in Spagna e in Sardegna della specie aliena *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) e note sulla sua distribuzione in Europa (Hemiptera, Pentatomidae). Revist de Entomologia, 7(1): 539-548.
- Fusu, L., Andreadis, S.S. (2023). *Ooencyrtus mirus* (Hymenoptera, Encyrtidae), discovered in Europe parasitizing eggs of *Halyomorpha halys* (Hemiptera, Pentatomidae). Journal of Hymenoptera Research, 96: 1045–1060.
- Gapon, D.A.. (2016). First records of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Georgia. Entomoll Rev, 96(8): 1086-1088.
- Gokturk, T. (2023). *Halyomorpha halys* in all details. Research and Evaluations in Agriculture, Forestry and Aquaculture - 2023 December. Book Chapter, 1-26.
- Göktürk, T. (2020). Investigation of the effectiveness of light and pheromone traps in the control of *Halyomorpha halys* (Stål). Artvin Coruh University Journal of Faculty of Forestry, 21(2): 270-275.
- Göktürk, T., Tozlu, G. (2019). An important agricultural pest for Turkey: invasive species *Halyomorpha halys*. In: Proceedings of International Black Sea Coastline Countries Symposium, May 2-5, Batumi / Georgia, 283-297.
- Haye, T., Abdallah, S., Garipey, T., Wyniger, D. (2014). Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. J Pest Sci, 87: 407–418.
- Haye, T., Garipey, T., Hoelmer, K., Rossi, J.P., Streito, J.C., Tassus, X., Desneux, N. (2015). Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug, *Halyomorpha halys*: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide. J Pest Sci, 88: 665–673.
- Haye, T., Weber, D.C. (2017). Special issue on the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*: an emerging pest of global concern. J Pest Sci, 90(4): 987-988.

- Heckmann, R. (2012). Ersternachweis von *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) für Deutschland. Heteropteron Heft, 36: 17–18.
- Hedstrom, C.S., Shearer, P.W., Miller, J.C., Walton, V.M. (2014). The effects of kernel feeding by *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on commercial hazelnuts. J Econ Entomol, 107(5): 1858-1865.
- Hoebeke, E.R., Carter, M.E. (2003). *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 105 (1): 225-237.
- Inkley, D.B. (2012). Characteristics of home invasion by the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). J Entomol Sci, 47(2): 125-130.
- Joseph, S.V., Nita, M., Leskey, T.C., Bergh, J.C. (2015). Temporal effects on the incidence and severity of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) feeding injury to peaches and apples during the fruiting period in Virginia. Journal of Economic Entomology, 108: 592-599.
- Kistner, E.J. (2017). Climate change impacts on the potential distribution and abundance of the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) with special reference to North America and Europe. Environ Entomol, 46(6): 1212-1224.
- Lee, D.H., Short, B.D., Joseph, S.V., Bergh, J.C., Leskey, T.C. (2013). Review of the biology, ecology, and management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in China, Japan, and the republic of Korea. Environ Entomol, 42(4): 627–641.
- Leskey, T.C., Hamilton, G.C., Nielsen, A.L., Polk, D.F., Rodriguez-Saona, C. (2012a). Pest status of the brown marmorated stink bug, in the USA. Outlooks on Pest Management, 23 (5): 218-226.
- Leskey, T.C., Hamilton, G.C., Nielsen, A.L., Polk, D.F., Rodriguez-Saona, C., Bergh, J.C., Wright, S.E. (2012b). Pest Status of The Brown Marmorated Stink Bug *Halyomorpha halys* in The USA. Outlooks on Pest Management, 23(5): 218-226.
- Macavei, L.I., Bâetan, R., Oltean, I., Florian, T., Varga, M., Costi, E., Maistrello, L. (2015). First detection of *Halyomorpha halys*, a new invasive species with a high potential of damage on agricultural crops in Romania. Seria Agronomie, 58(1): 105–108.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Mark Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F.A. (2000). Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. Ecological Applications, 10 (3): 689-710.
- Maistrello, L., Vaccari, G., Caruso, S., Costi, E., Bortolini, S., Macavei, L., Casoli, L. (2017). Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys*, a new key pest of fruit orchards in northern Italy. J Pest Sci, 90(4): 1231-1312.

- Milonas, P.G., Partsinevelos, G.K. (2014). First report of Brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) in Greece. *EPPO Bull*, 44: 183–186.
- Murvanidze, M., Krawczyk, G., Inasaridze, N., Dekanoidze, L., Samsonadze, N., Macharashvili, M., Khutsishvili, S., Shengelaia, S. (2018). Preliminary data on the biology of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera, Pentatomidae) in Georgia. *Turkish Journal of Zoology*, 42 (6): 617-624.
- Nielsen, A.L., Hamilton, G.C. (2009). Seasonal occurrence and impact of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in tree fruit. *J Econ Entomol*, 102: 1133–1140.
- Nielsen AL, Holmstrom K, Hamilton GC, Cambridge J, Ingerson– Mahar J (2013). Use of black light traps to monitor the abundance, spread, and flight behavior of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology* 106, (3): 1495-1502.
- Rice, K.B., Bergh, C.J., Bergmann, E.J., Biddinger, D.J., Dieckhoff, C., Dively, G., Fraser, H., Gariepy, T., Hamilton, G., Haye, T. (2014). Biology, ecology, and management of brown marmoratedstink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *J Integrated Pest Manag*, 5(3): A1–A13.
- Rider, D.A. (2006). Family Pentatomidae Leach, 1815, in *Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region Vol. 5. II*, Ed. by Aukema, B. and Rieger, C. (The Netherlands Entomological Society, Wageningen, 233–402.
- Seat, J. (2015). *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) a new invasive species in Serbia. *Acta Entomol Serbica*, 20: 167–171.
- Seetin, M. (2011). News release: losses to mid-Atlantic apple growers at \$ 37 million from Brown marmorated stink bug. <http://www.growingproduce.com/article>.
- Simov, N. (2016). The invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stal 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) already in Bulgaria. *Ecol Montenegrina*, 9: 51–53.
- Streito, J.C., Chartois, M., Pierre, E., Dusoulier, F., Armand, J.M. Gaudin, J., Rossi, J.P.et al. (2021). Citizen science and niche modeling to track and forecast the expansion of the brown marmorated stinkbug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855). *Scientific Reports*, 11 (1): 1-14.
- TMO, (2020). 2020 Hazelnut Sector Report. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari /findik2020.pdf>
- Vetek, G., Papp, V., Haltrich, A., Redei, D. (2014). First record of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), in Hungary, with description of the genitalia of both sexes. *Zootaxa*, 3780(1): 194-200.
- Wallner, A.M., Hamilton, G.C., Nielsen, A.L., Hahn, N., Green, E.J., Cesar, R., Rodriguez, S.C. (2014). Landscape factors facilitating the invasive dynamics and distribution of the brown marmorated stink

bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), after arrival in the United States. PloS One, 9 (5): 1-12.

Wermelinger, B.E.A.T., Wyniger, D., Forster, B.E.A.T. (2008). First records of an invasive bug in Europe: *Halyomorpha halys* Stal (Heteroptera: Pentatomidae), a new pest on woody ornamentals and fruit trees?. Mitteilungen-Schweizerische Entomologische Gesellschaft, 81(1/2), 1.

Wiman, N.G., Parker, J.E., Rodriguez-Saona, C., Walton, V.M. (2015). Characterizing damage of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) in blueberries. J Econ Entomol, 108: 1156–1163.



მყარი მასების გამოყენებით სითბური ენერჯის დაგროვების საკითხები მომავალში თბოაკუმულატორების შექმნის მიზნით

ნიკოლოზ ხაჩიძე, თენგიზ ხაჩიძე

სსიპ ინსტიტუტი „ოპტიკა“

ანოტაცია

ნაშრომში მოყვანილია კვლევები, რომლებიც ეხება ენერჯის დაგროვებასთან და მის შენახვასთან დაკავშირებულ პრობლემებს. კერძოდ, შესწავლილი იქნა საკითხები, რომლებიც დაკავშირებულია მწვანე ენერჯეტიკასთან და გულისხმობს მომავალში ეკოლოგიურად სუფთა და ეფექტური სითბური აკუმულატორების შექმნას. კვლევები ძირითადად ჩატარდა სხვადასხვა სილიკატური მასალებიდან სითბოს დასაგროვებლად ოპტიმალურის შერჩევისა და სითბური აკუმულატორის ეფექტური კონსტრუქციის დასამუშავებლად. გამოიკვეთა, რომ კარგი შედეგები მიიღება თუ სითბოს დასაგროვებლად გამოყენებული იქნება ქვიშისა და ღორღის ნარევი. სითბური აკუმულატორის კონსტრუქციის შემუშავებისას კი მნიშვნელოვანია მისი კარგი თბოიზოლაცია. რაც თავის მხრივ ამცირებს დანაკარგებს, როგორც გაცხელებისას ასევე სითბური ენერჯის შენახვისას და ზრდის სითბური აკუმულატორის ეფექტურობას.

საკვანძო სიტყვები: სითბური აკუმულატორი, ენერჯია, ქვიშა.

ამ ბოლო დროს, სულ უფრო ფართო გამოყენებას ჰპოვებს მწვანე ენერჯეტიკა (ქარი, მზე და ა.შ.), თუმცა, ამ სახის ენერჯეტიკას სერიოზული ნაკლოვანებებიც აქვს. გარდა სიძვირისა, ეს არის გამომუშავებული ენერჯის არასტაბილურობა. გამომუშავებული ენერჯია დამოკიდებულია წელიწადის დროზე, ამინდზე და ა.შ. ზოგჯერ გამომუშავება ჭარბია, ზოგჯერ არასაკმარისი. იმისათვის, რომ გადაიჭრას ეს პრობლემა, ხდება ენერჯის აკუმულირება ჭარბი ენერჯის გამომუშავების დროს და მისი გახარჯვა, ენერჯის ნაკლებობისას.

როდესაც ენერჯის აკუმულირება - შენახვაზეა საუბარი, პირველ რიგში, გვახსენდება ელექტრული ენერჯია, რომლის დაგროვებაც დღეს ძალიან ადვილია ელექტრო აკუმულატორების საშუალებით. თუმცა, ამ მეთოდს რამდენიმე სერიოზული ნაკლი აქვს: 1) აკუმულატორების სიძვირე, 2) აკუმულატორების მწყობრიდან მალე გამოსვლა 3)

აკუმულატორების უტილიზაცია და ეკოლოგიასთან დაკავშირებული პრობლემები. გარდა ამისა, ხშირ შემთხვევაში, ენერჯის ერთი სახეობა (მექნიკური, სითბური და ა.შ.) სპეციალურად გადაგვყავს ელექტრულში, ენერჯის დასაგროვებლად. შემდგომში კი, შენახული ელექტრული ენერჯიდან კვლავ ვიღებთ უკვე სხვა ტიპის ენერჯიას. აღნიშნულიდან ნათლად ჩანს, რომ სრულდება ორმაგი პროცედურა, რაც ართულებს საქმეს და ზრდის ენერჯეტიკულ დანაკარგებს. აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილია, ენერჯია დავაგროვოთ იმ ფორმით, რა ფორმითაც ის მოვიპოვეთ და შემდგომ გამოვიყენოთ საჭიროებისამებრ.

ენერჯის მიღება ძირითადად სითბური სახით ხდება (მზის ენერჯია, საწვავის ენერჯია და ა.შ.), რასაც პირველ რიგში ამ ტიპის ენერჯის დაგროვების და შენახვის საკითხების გადაწყვეტასთან მივყავართ. ე.ი. სითბური ენერჯის დასაგროვებელი მოწყობილობის (თბოაკუმულატორის) შექმნისას მნიშვნელოვანია მივიღოთ მაღალი თბოტევადობა და შევძლოთ სითბოს ხანგრძლივი დროით შენარჩუნება. ამ დებულების გათვალისწინებით თბოაკუმულატორებში საჭიროა მაღალი სითბოტევადობის მქონე მასალების გამოყენება. ამავე დროს მიზანშეწონილია ეს მასალა უძლებდეს მაღალ ტემპერატურასაც, რაც კიდევ უფრო მეტი სითბური ენერჯის დაგროვების შესაძლებლობას მოგვცემს. ასევე მნიშვნელოვანია მასალის თბოგამტარობაც. ერთის მხრივ მასალის მაღალი თბოგამტარობა უზრონველყოფს მთლიანი მასის სწრაფ და თანაბარ გათბობას, მეორე მხრივ ცუდი თბოიზოლაციის პირობებში გამოიწვევს დაგროვებული სითბური ენერჯის სწრაფ კარგვას.

სითბოს დასაგროვებლად ერთერთ ეფექტურ საშუალებად დღეს შემოთავაზებულია ქვიშის გამოყენება. არჩევანი განპირობებულია მისი შემდეგი ეკონომიკური და ტექნიკური პარამეტრებიდან [1].

- ფასი: 11 დან 58 დოლარამდე ტონაზე
- კუთრისითბოტევადობა: 700-დან 1000 ჯ/კგ°C-მდე
- თბოგამტარობა დამოკიდებულია ფორიანობაზე, მარცვლის ზომაზე, ტენიანობასა და მინერალოგიაზე.
 1. ნაკლებად ფორივანი - უფრო მაღალი თბოგამტარობა
 2. მცირე ნაწილაკები - დაბალი თბოგამტარობა
 3. წყლით გაჯერებული - უფრო მაღალი თბოგამტარობა
 4. კვარცის თბოგამტარობა: 7,7 ვტ/მK
 5. ქვიშის შემადგენელი სხვა კომპონენტების თბოგამტარობა: 2,5-დან 3,6 ვტ/მK-მდე
- არატოქსიკური, არაკოროზიული და არა აალებადი
- ტემპერატურული მდგრადობა 1000°C არემატება.

სხვადასხვა ტიპის მასალების ეფექტურობა თბოაკუმულატორებში გამოყენებისას მოცემულია ცხრილში-1[2].

ცხრილი-1.

მასალები (1,5 მ ³)	T მინ (°C)	T მაქს (°C)	დამუხტვა(კვტ.)	განმუხტვა	ეფექტურობ
თერმული ზეთი	180	410	192	84	44%
გამდნარი	200	500	372	118	32%
ქვიშა	180	950	424	360	85%

ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ ქვიშა გაცილებით ეფექტურია სითბოს აკუმულირებისთვის ვიდრე თერმული ზეთი და გამდნარი მარილი. თუმცა ჩვენი მოსაზრებით ეფექტურობის გაზრდა შესაძლებელია თუ სწორად შევარჩევთ ქვიშის ტიპს და სათანადოდ გადავწყვეტთ აკუმულატორის თბოიზოლაციის საკითხებს. აღნიშნული საკითხის გადასაწყვეტად ჩვენს მიერ შემუშავდა და გამოკვლეული იქნა თბოაკუმულატორის რამდენიმე მაკეტი.

პირველი სითბური აკუმულატორის მაკეტის კონსტრუქციის შემუშავებისას ძირითადი აქცენტი გავაკეთეთ სითბური ენერჯის მაქსიმალურად დიდი დროით შენარჩუნებაზე. ამ მხრივ დაპროექტდა ქვიშის რეზერვუარი, რომელსაც მაქსიმალურად უნდა უზრუნველყო ქვიშის თბოიზოლაცია. რეზერვუარი რამდენიმე კედლიანია, რომელთა შორისაც უნდა განთავსდეს თბოიზოლაციო, ტემპერატურა გამძლე მასალა ორმაგი იზოლაციის მისაღებად. რეზერვუარის შიგნით განთავსებული იქნება ელექტროგამაცხელებელი. თბოაკუმულატორის კონსტრუქციული დეტალები და გამახურებელიც გათვლილი იქნა არა ნაკლებ 500°C ტემპერატურაზე.

დაპროექტდა სამ კედლიანი ქვიშის რეზერვუარი ორმაგი საიზოლაციო მასალის განსათავსებლად.

პირველ საიზოლაციო მასალად (რეზერვუარის მაღალი ტემპერატურიდან გამომდინარე) შეირჩა თიხა-კერამიკული საიზოლაციო მასალა (მაგალითად: ცეცხლგამძლე აგური), უმჯობესია დაფხვნილ მდგომარობაში.

მეორე საიზოლაციო მასალად შეირჩა (სიიაფიდან და მოხერხებულობიდან გამომდინარე) ჩვეულებრივი საამშენებლო საიზოლაციო მასალა (მაგალითისთვის: ქვაბამბა ან მინაბამბა).

კვლევის აღნიშნულ ეტაპზე ქვიშის გასაცხელებლად გამოყენებული იქნება ელექტროენერჯიაზე მომუშავე გამაცხელებელი. ხელმისაწვდომობის, სიიაფის და სიმძლავრის გათვალისწინებით გამახურებელ ელემენტად შერჩეული იქნა ლუმენებში გამოყენებული სტანდარტული გამახურებელი, ნიკელ-ქრომი შენადნობის სპირალი, დამცავი კვარცის მილით.

სითბოს თანაბარი განაწილების მიზნით მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ გამოყენებული იქნას სამი ცალი 600ვტ სიმძლავრის ზემოთ აღნიშნული გამახურებელი ელემენტი.

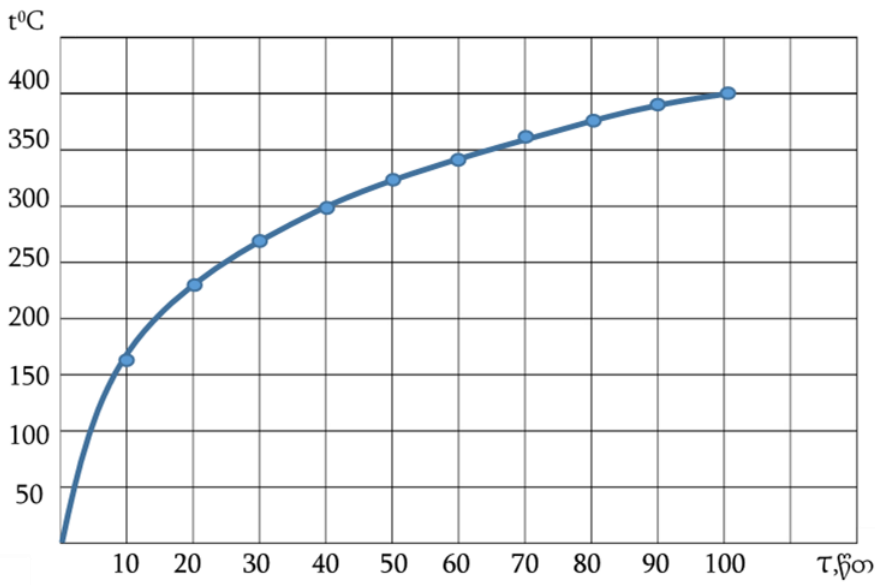
პირველ ეტაპზე დამზადდა მცირე ზომის მაკეტი პარამეტრებით 27X23X16სმ. მოცულობით 10დმ³. რომელშიც ჩაყრილი იქნა ყვითელი (საჩხერის) ქვიშა წონით 14კგ.

მაკეტი წარმოადგენს ორმაგკედლიან ყუთს, რომელშიც ჩამონტაჟებულია სპირალები. კედლებს შორის მანძილი შეივსო 5სმ სისქის მინაბამბით. ყუთს გარედანაც შემოეკრა 5სმ სისქის მინაბამა.

ექსპერიმენტის განმავლობაში მოხერხდა ქვიშის გაცხელება მხოლოდ 400°C-მდე (დაკვირვება მიმდინარეობდა ზონდის სახით ჩაშვებული თერმომეტრებით), შემდგომი ტემპერატურის მატება მიმდინარეობდა ძალიან ნელა (სავარაუდოდ არასაკმარისი თბოიზოლაციის გამო (ნახ.1.).

პირველმა ექსპერიმენტმა გამოავლინა რამდენიმე პრობლემა:

- 1) იზოლაციის ფენა არ აღმოჩნდა საკმარისი სითბოს კარგი აკუმულირებისთვის, რის გამოც ვერ მოხერხდა ქვიშის 400°C-ზე მეტ ტემპერატურაზე გაცხელება.
- 2) ჩვენი გაანგარიშებით 400°C-ზე გაცხელებულმა ქვიშამ მოახდინა $Q=cm(t_2-t_1)=800 \cdot 14 \cdot (400-20)=4256 \text{კჯ}$ ენერჯის დაგროვება. სინამდვილეში გაცხელებას დაჭირდა 1სთ და 40წთ (6000წმ). შესაბამისად დახარჯულმა ენერჯიამ შეადგინა: $Q=1200 \cdot 6000=7200 \text{კჯ}$
- 3) სითბური აკუმულატორი საკმაოდ ჩქარა კარგავდა ტემპერატურას, საშუალოდ 8-10°C საათში.
- 4) ვერ გაამართლა ყვითელი (საჩხერის) ქვიშის გამოყენებამაც ის გამყარდა და ჩამოყალიბდა როგორც ერთიანი მასა გამახურებელი ელემენტის ირგვლივ. ამ მიზეზით მწყობრიდან გამოვიდა გამახურებელი ელემენტიც. ექსპერიმენტის სიზუსტისათვის არასაკმარისად მივიჩნიეთ გამოყენებული ქვიშის რაოდენობაც.



ნახ.1

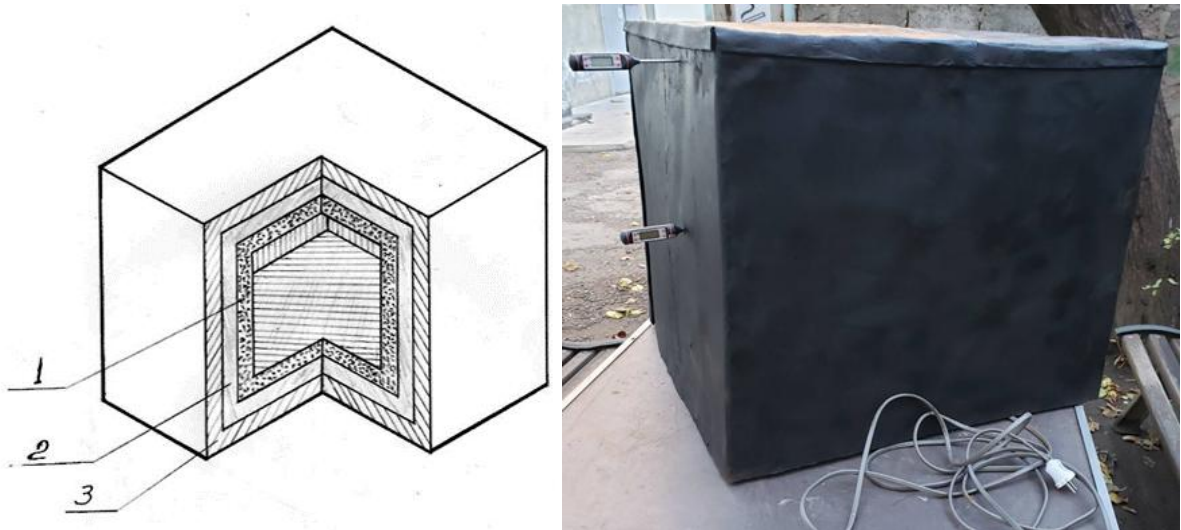
ამ შეცდომების გამოსასწორებლად დამზადდა მეორე უფრო დიდი ზომის მაკეტი შიდა მოცულობით 32სმX46სმX42სმ≈60დმ³ (ნახ.2, სურ.2). სითბოს დამგროვებლად გამოყენებული იქნა სხვადასხვა სილიკატური მასალა და მათი კომბინაცია (მდინარის ქვიშა, ღორღი, ნარევი ღორღი-ქვიშა და ა.შ.) მასით დაახლოებით 90კგ. მდინარის ქვიშისა და წმინდა ღორღის

(შებენი) ნარევი ერთერთი საუკეთესო შედეგი მოგვცა. რაც იმაში გამოიხატა, რომ მიღებული იქნა კარგი თბოგამტარობა და აქედან გამომდინარე მთელი მასის თანაბარი გათბობა. ამავე დროს ქვიშისა და წმინდა ღორღის ნარევის შემთხვევაში მინიმალურია მოცულობითი დანაკარგები.

სითბური აკუმულატორის მაკეტი დამზადდა სამმაგი იზოლაციით, ოთხმაგი კედლებით (ნახ.2) სადაც 1-5სმ სისქის იზოლაციაა დაფხვნილი თიხა-კერამიკული მასალით (დაფხვნილი აგური, კრამიტი და ა.შ.); 2-5სმ სისქის ქვამბა; 3-5სმ სისქის პოლიურეთანის ქაფი.

გამახურებელ ელემენტად შეირჩა ისევ სტანდარტულ გამახურებლებში გამოყენებული, კვარცის მილში მოთავსებული ოღონდ უფრო მძლავრი სპირალები 3X1კვტ. სპირალები მექანიკური დაზიანებისაგან დაცვის მიზნით განთავსდა წვრილად დახვრეტილ კვადრატულ მილში.

ექსპერიმენტის შედეგად შევძელით ქვიშის სასურველ 500°C-ზე გაცხელება. ჩვენი გაანგარიშებით ქვიშის მიერ მოხდა $Q=cm(t_2-t_1)=800 \cdot 90 \cdot (500-20)=34560$ კჯ ენერჯის აკუმულირება. გასათვალისწინებელია ის ფაქტიც, რომ მოხდა ქვიშის კონტეინერის და პირველადი (კერამიკული) იზოლაციის გაცხელებაც. სადაც ჩვენი გათვლებით აკუმულირდა კიდევ დაახლოებით 18000კჯ ენერჯია. რამაც ჩვენი გაანგარიშებით საერთო ჯამში შეადგინა დაახლოებით 53000კჯ ენერჯია.

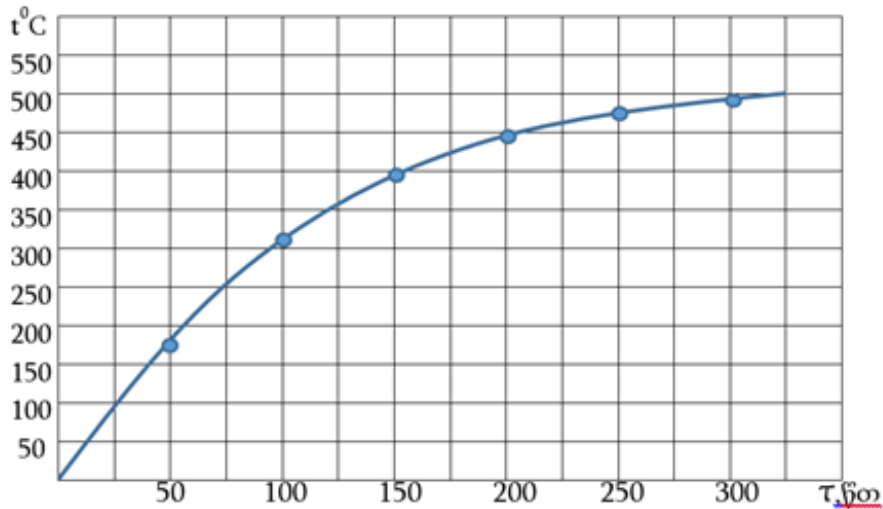


ნახ.2 სურ.2

1-დაფხვნილი თიხაკერამიკის საიზოლაცია ფენა; 2-ქვამბის საიზოლაცია ფენა; 3-პოლიეთილენის საიზოლაცია ფენა.

ქვიშის გაცხელებაზე დაიხარჯა 320წთ (19200წმ) დრო შესაბამისად გამახურებელი ელემენტის სიმძლავრის გათვალისწინებით დაიხარჯა $Q=3000 \cdot 19200=57600$ კჯ ენერჯია. დანაკარგმა შეადგინა 9%-ზე ნაკლები, რაც სავსებით მისაღებია. ქვიშის გაცხელების ტემპერატურის დამოკიდებულება დროზე მოცემულია ნახ.4-ზე.

სითბურმა აკუმულატორმა საკმაოდ კარგად შეინარჩუნა დაგროვილი ენერგია. ტემპერატურის ვარდნამ სათბურში მხოლოდ 2-2,5°C შეადგინა. შესაბამისად ენერგიის საშუალო დანაკარგი არ აღემატებოდა 0,5%-ს. კვების წყაროს გამორთვიდან 40 საათის შემდეგ აკუმულატორი ჯერ კიდევ ინარჩუნებდა 400°C ტემპერატურას ე.ი. დაახლოებით 40000კჯ ენერგიას.



ნახ.4

საბოლოოდ დავასკვნით, რომ მიუხედავად სითბური აკუმულატორის არც ისე დიდი ზომისა მოხდა საკმაოდ დიდი ოდენობის სითბოს დაგროვება და შენახვა. მიგვაჩნია, რომ მსგავსი აკუმულატორებით შეგვიძლია დავაგროვოთ დიდი რაოდენობის ენერგია (მაგალითად, 2ტონა ქვიშის შენთხვევაში 800000კჯ-დე) და განვახორციელოთ მისი ტრანსპორტირება და გამოყენება სხვადასხვა, მათ შორის საველე პირობებშიც.

აგრეთვე შესაძლებლად მიგვაჩნია მზის ენერგიით ქვიშის გაცხელება ოპტიკური კონცენტრატორების (ლინზები, სარკეები, ფოკონები და ა.შ.) გამოყენებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Aya Al-Hmoud, Daniel Sebastia-Saez, Harvey Arellano-Garcia. Comparative CFD analysis of thermal energy storage materials in photovoltaic/thermal panels. Computer Aided Chemical Engineering, Volume 46, 2019, Pages 793-798, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818634-3.50133-8>.
2. Bashria A.A. Yousef, Ali Radwan, Salah Haridy, Noura Alajmi. Performance evaluation of a sand energy storage unit using response surface methodology. Energy, Volume 289, 15 February 2024, 129885, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129885>.

Issues of heat energy accumulation using solid masses in order to create heat accumulators in the future

Nikoloz Khachidze, Tengiz Khachidze

LEPL Institute "Optica"

Abstract

The researches related to the problems related to energy accumulation and its storage are presented in the paper. In particular, the issues related to green energy were studied and involve the creation of ecologically clean and efficient thermal accumulators in the future. Researches were mainly conducted to select the optimum for heat storage from various silicate materials and to develop an efficient construction of the heat accumulator. It was found that good results are obtained if a mixture of sand and gravel is used for heat accumulation. When developing the construction of the heat accumulator, its good thermal insulation is important. Which, in turn, reduces losses both during heating and when storing thermal energy and increases the efficiency of the thermal accumulator.

Keywords: Heat accumulator, energy, sand.



ბუხის (Buxus) მიკობიოტა

ლამზირი ბერაძე¹; იოსებ ბასილია²; რუსუდან ტაკიძე³; ესე ჯაყელი⁴ გიორგი საჯაია⁵

¹ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი, მთავარი სპეციალისტი, 591 20 23 88, iberadze@mail.ru; ²სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, აღმასრულებელი დირექტორი, 551 63 33 03, iosebbasilia@gmail.com;
³სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი, დირექტორი სამეცნიერო დარგში, 599 92 87 61, zonaluri@mail.ru;
⁴სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი, მთავარი სპეციალისტი, 593 37 08 04, sosotv@mail.ru;
<https://orcid.org/0009-0000-9771-4576>; ⁵მაგისტრანტი, ლაბორანტი, giorgisajaia777@gmail.com
შპს ადამ ბერიძის სახელობის ნიადაგის, სურსათისა და მცენარეთა ინტეგრირებული დაცვის დიაგნოსტიკური ცენტრი „ანასეული“

რეზიუმე

ბუხაზე (Buxus) ჩვენს მიერ გამოვლენილია შემდეგი სოკოები: *Cylindrocladium byxicola* Henricot.; *Verticillium buxi* Auerswald. (*Sesquicillium buxi* (Schm.)K.W. Gams, 1968); *Verticillium dahliae* Kleeb.; *Gloesporium pachibasium* Sacc.; *Septoria pachidiodes* Desm.; *Pestalotiopsis guepini*(Desm)Steyaert.; *Alternaria alternata*(Fr.) Keisl.; *Cladosporium herbarum*(Pers)Link.; *Phylosticta* spp.; *Phomopsis* sp. და *Ascochyta buxina* Sacc.

აღნიშნული სოკოებიდან ბუხის მცენარისათვის ყველაზე დიდი ზიანის მომტანია შემდეგი სოკოები: *Cylindrocladium byxicola* Henricot.; *Verticillium buxi* Auerswald. (*Sesquicillium buxi* (Schm.)K.W. Gams, 1968) და *Verticillium dahliae* Kleeb.

საკვანძო სიტყვები: მიცელიუმი, კონიდიუმი, სპორულაცია, ტოქსინი, კონიდიოფორა, პათოგენი, პოლიფაგი, ცხოველმყოფელობა, ფიალიდი, ბალიშაკი, ჰიფა, კონიდიატომტარი, მიკროსკლეროციუმი

შესავალი

ბუხა (Buxus) წარმოადგენს ორლებნიან მცენარეთა გვარს ბუხისებრთა ოჯახიდან. იგი უნიკალური მცენარეა. მსოფლიოში იშვიათია მცენარე, რომელიც არის ერთდროულად მარადმწვანე და ფოთლოვანი. ბუხა ამ იშვიათ მცენარეთა შორის არის. გარდა ამისა, იგი არის ერთ-ერთ საუკეთესო მწვანე დეკორაციისათვის. ჩვეულებრივი ბუხა როგორც ქვეტყის ჯიშში გავრცელებულია საქართველოს თითქმის ყველა მხარეში - აჭარაში, გურიაში, სვანეთში, სამეგრელოში, რაჭასა და იმერეთში. გვხვდება აღმოსავლეთ საქართველოშიც. (1)

ბუხა მარადმწვანე ფოთლოვანი ხე მცენარეა ან ბუჩქი. იზრდება სიმაღლით 6-10 მეტრამდე, ცოცხლობს 700 წელზე მეტს. ყვავილობს აპრილში და მაისში. ნელა იზრდება. 100 წელს 5-7 მეტრამდე აღწევს, დაჩრდილვის შესანიშნავი ამტანია. იზრდება ქვეტყედ. კარგად ხარობს ნათელ მდებარეობაში. ყინვებს -20 და -22⁰ C დაუზიანებლად იტანს.

მრავალი დეკორატიული ღირსების გამო დიდი გამოყენება აქვს ბალთმშენებლობაში. იგი ძვირფას ბორდიურებად და ცოცხალ ღობეებად გამოიყენება.

საქართველოში ძირითადად გავრცელებულია ბუხის ოთხი სახეობა: ჩვეულებრივი, ანუ მარადმწვანე, წვრილფოთლოვანი, იაპონური და ბალეარული ბუა. თუმცა, საქართველოში, დომინანტ, წამყვან სახეობას კოლხური ბუა წარმოადგენს.

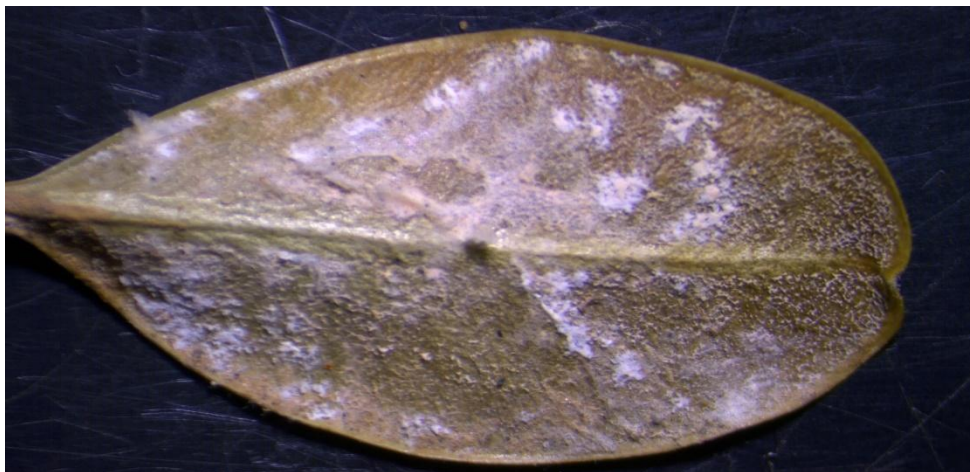
კოლხური ბუხის (*Buxus colchica* Pojark.) მარადმწვანე ბუჩქი ან ხეა, რომელიც მიეკუთვნება ბუხისებრთა (*Buxaceae* Dum.) ოჯახს. იგი კარგი მოვლის პირობებში 18 მ სიმაღლეს აღწევს. იგი არის საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროს რელიქტური ჯიშის ბუა. *Buxus colchica* -ს ძირითადი მზარდი ფართობი მდებარეობს მტირალას ეროვნულ პარკში(ქობულეთის მუნიციპალიტეტი, აჭარა, დასავლეთ საქართველო).

ჩვენს მიერ გამოვლინებულია ბუხის მცენარეზე შემდეგი სოკოები:

1. *Cylindrocladium byxicola* Henricot.;
2. *Verticillium buxi* Auerswald.(*Sesquicillium buxi* (Schm.)K.W. Gams, 1968);
3. *Verticillium dahlia* Kleeb.;
4. *Gloesporium pachibasium* Sacc.;
5. *Septoria pachidiodes* Desm.;
6. *Pestalotiopsis guepini*(Desm)Steyaert.;
7. *Alternaria alternata*(Fr.) Keisl.;
8. *Cladosporium herbarum*(Pers)Link.;
9. *Phylosticta* spp.;
10. *Phomopsis* sp.;
11. *Ascochyta buxina* Sacc.

***Cylindrocladium byxicola* Henricot.** - სოკო ჩვენს მიერ აღინიშნა პირველად 2012 წელს აჭარის ზონიდან მოტანილ ბუხის მცენარეზე.

დაავადებულ მცენარეს აღინიშნება ფოთლების გაყავისფერება ან ფოთლებზე შავი არშია აქვს შემოვლებული. ღეროზე ვიწრო, სიგრძივი შავი ზოლები. ფოთლის ქვედა მხარეზე განვითარებულია თეთრი ნაფიფქი, რომელიც სოკოს მიცელიუმსა და ნაყოფიანობას წარმოადგენს.



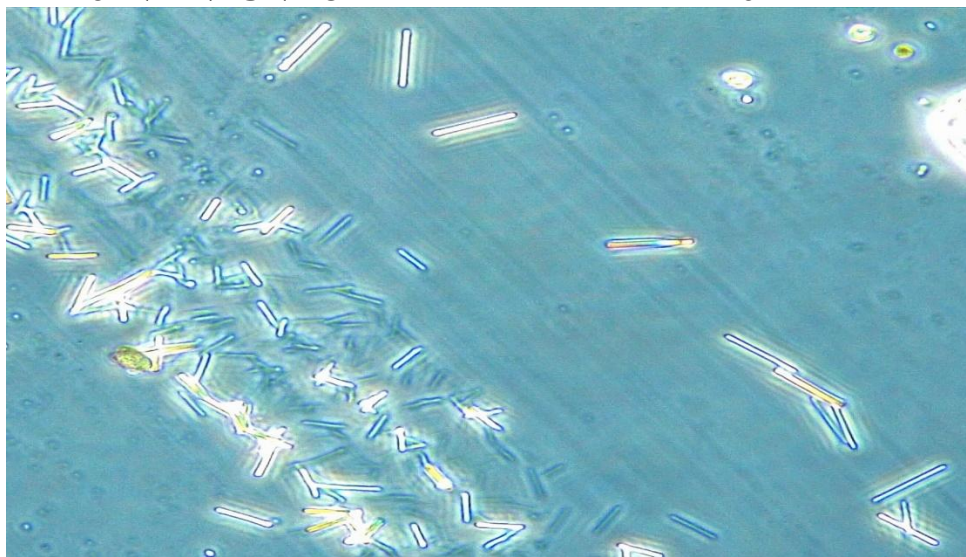
ფოტო 1. სოკო *Cylindrocladium byxicola* -ს ნაყოფიანობა ფოთოლზე

დაავადებულ ყლორტებს აღენიშნება შავი გრძელი ლაქები. სოკოს მიცელიუმი ვრცელდება მცენარის ჭურჭელბოჭკოვან კონეებში. დაავადებული ფოთლები ხმება და ცვივა, ასევე დაავადებული ყლორტები ხმება, საბოლოოდ მცენარეც ხმება.



ფოტო 2. სოკო *Cylindrocladium byxicola* -თი დაავადებული ტოტი

სოკო გადათესილ იქნა დაავადებული მცენარის ღერო-ყლორტებიდან ლუდ-აგარიან საკვებ არეზე. სოკო მეორე დღიდან იწყებს განვითარებას თეთრი მიცელიუმის სახით. სოკოს სპორები მოგრძოა, ცილინდრული ფორმის, ზომით $52-65 \times 4-6$ მკმ.



ფოტო 3. სოკო *Cylindrocladium byxicola* -ს სპორები სუფთა კულტურაში

Verticillium buxi Auerswald. (*Sesquicillium buxi* (Schm.) K.W. Gams, 1968) - სოკო ჩვენს მიერ აღინიშნა ოზურგეთის მუნიციპალიტეტის ანასეულის ტერიტორიაზე.

ხედ გაზრდილ ბუხის მცენარეებს აღენიშნება ფოთოლცვენა და ხმოვის ნიშნები. დაავადებული მცენარიდან გამოსაკვლევად აღებული იქნა ღერო-ტოტების მასალები. ღერო-ტოტების განივ განაჭურზე აღინიშნება დასკდომა, ბზარების გაჩენა და მუქი მონაცრისფრო-მოშაო შეფერილობა.



ფოტო 4. სოკო *Verticillium buxi* -თ დაავადებული ბუჩის ღერო-ტოტების განივი განაჭერი დაავადებული ფოთლების ქვედა მხარეზე განვითარებულია მიხაკისფერი ნაფიფქი, რომელიც სოკოს ნაყოფიანობას წარმოადგენს.



ფოტო 5. სოკო *Verticillium buxi* -ს ნაყოფიანობა ფოთოლზე

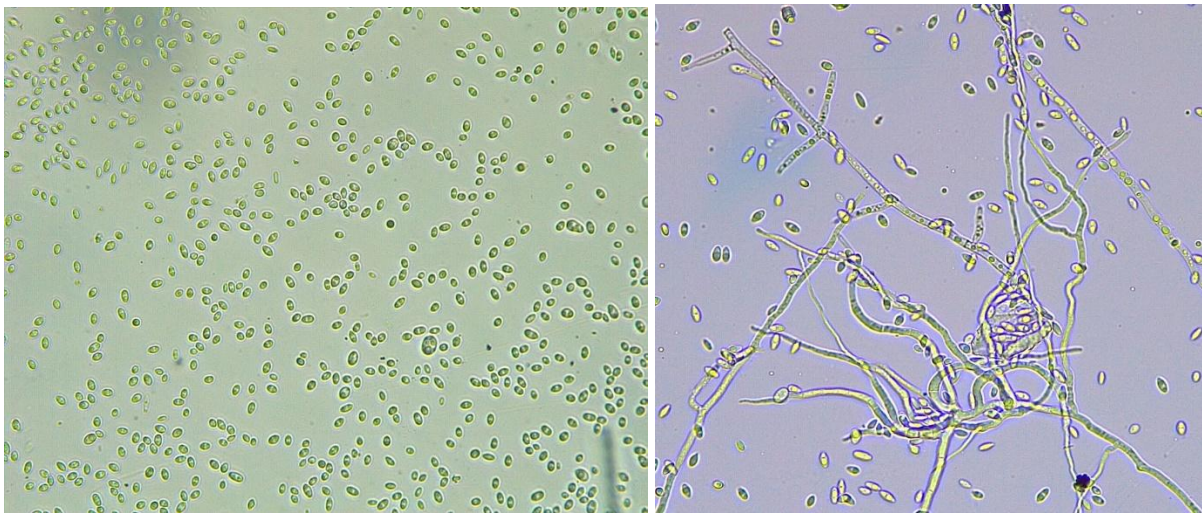
საკვლევი მასალებიდან სოკო გადათესილ იქნა ლუდ-აგარიან საკვებ არეზე. სოკო გადათესვიდან 24 საათის შემდეგ იწყებს განვითარებას. საკვები არის ზედაპირზე სოკო განვითარდა თეთრი მიცელიუმის სახით. მიცელიუმი საკვები არის ზედაპირზე გართხმულია, ნელა მზარდია.

10 დღის სოკოს სუფთა კულტურა 8 სმ -ს აღწევს. სოკოს მიცელიუმი უმეტესად ცენტრალურ ნაწილში მიხაკისფერ-მოვარდისფრო შეფერილობას ღებულობს, აყალიბებს კვანძებს, ძაფებს.



ფოტო 6. სოკო *Verticillium buxi* -ს სუფთა კულტურა 10 დღის

სოკოს ახასიათებს ძლიერი სპორულაცია, კონიდიუმები სფერულია, ელიფსოიდარული, ცილინდრული(მოგრძო) ფორმის, ტოლგვერდა, ნახევარმთვარისებრი, წვეტიანი, მომრგვალებული ბოლოებით, კვერცხისებრი, კვერცხუჯრედი, სადაც ბაზალური ბოლოები ვიწროვდება; ერთუჯრედიანი ან ორუჯრედიანი ერთი ტიხრით; ზომით $6-8 \times 2-2,5$ მკმ. არის უფერული და ფერადიც, მდებარეობს მიცელიუმის ჯაჭვებში და კონიდიატორის თავებში.

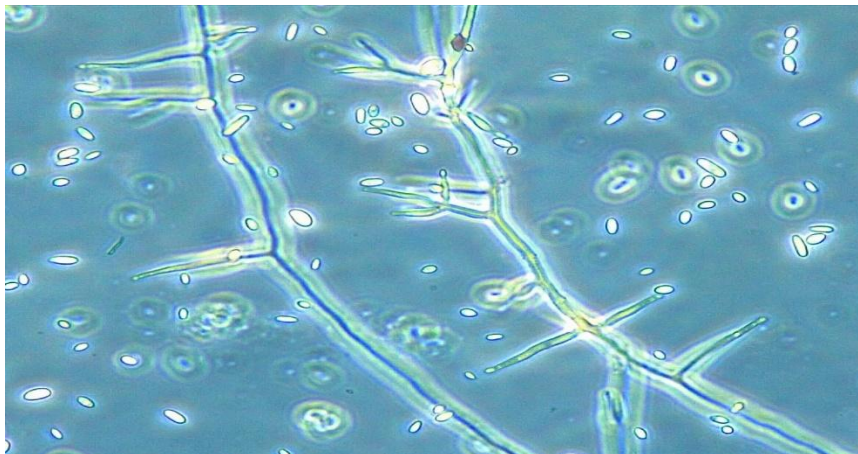


ფოტო 7. სოკო *Verticillium buxi* -ს სპორები მიცელიუმის ჯაჭვებში

კონიდიოფორები სწორმდგომია, დაგრეხილ ძაფები აქვს, მარტივი კორეუმია. ერთუჯრედიანი განშტოება შედგება ძირითადი ღერძისა და ფიალიდებისგან.(2)



ფოტო 8. სოკო *Verticillium buxi* -ს კონიდიოფორები სპორებით
ტოტი არის კონიდიოფორის გვერდითი ღერძი, რომელზედაც განლაგებულია ერთი ან
რამდენიმე ფიალიდი.
ფიალიდების განლაგება არის ალტერნატიული(ცალმხრივი), მოპირდაპირე ან წრიული.(4,3)



ფოტო 9. სოკო *Verticillium buxi* -ს კონიდიოფორის ღერძზე განლაგებული ფიალიდები

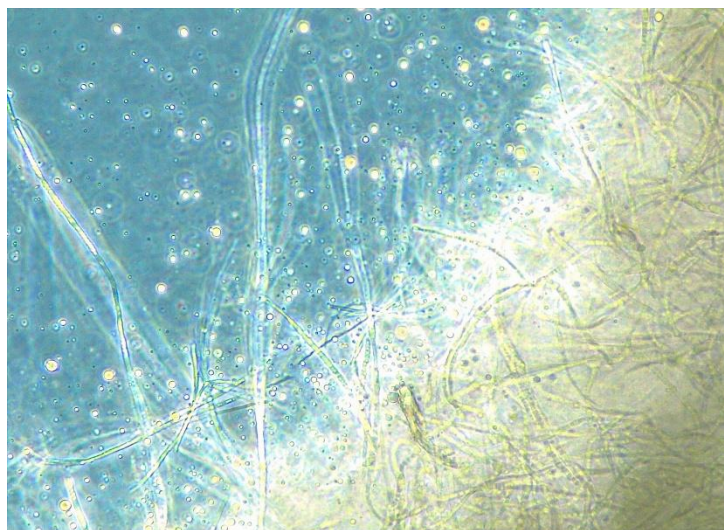
***Verticillium dahliae* Kleeb.** - სოკო ჩვენს მიერ პირველად აღინიშნა 2022 წელს, ზუგდიდის დადიანების სასახლეთა ისტორიულ-არქიტექტორული მუზეუმის კომპლექსში შემავალი ბოტანიკური ბაღიდან მოტანილ ბზის მცენარის ღერო-ტოტებზე.

დაავადებული ბზის ღერო-ტოტების განივ განაკვეთზე აღინიშნა მუქი შეფერილობა და ღეროს დასკდომა.



ფოტო 10. სოკო *Verticillium dahliae* -თი დაავადებული ბზის ღეროს განივი განაჭერი

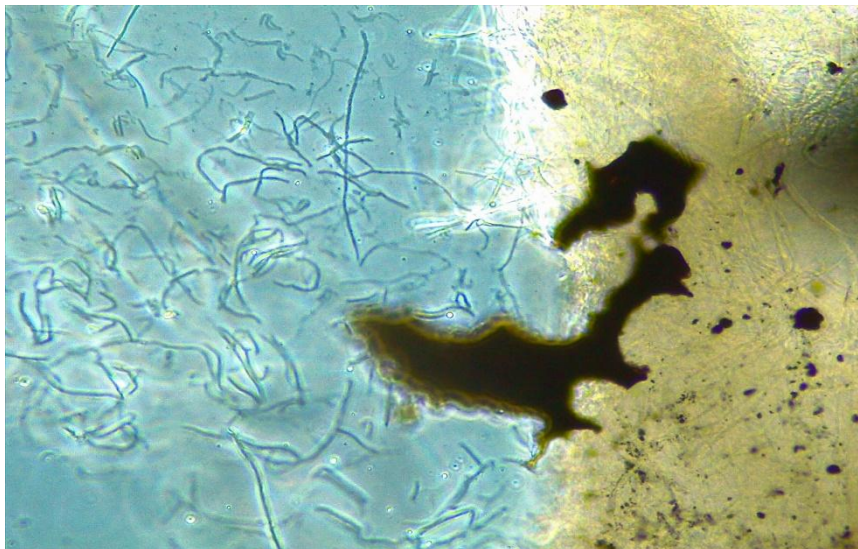
დაავადებული მასალებიდან გადავთესეთ ლუდ-აგარიან საკვებ არეზე. სოკო გადათესვიდან 2 დღის შემდეგ ვითარდება თეთრი ფერის ბამბისებრი, საშუალო სიმაღლის მიცელიუმის სახით. ახასიათებს ძლიერი სპორულაცია. კონიდიუმები ერთუჯრედიანია, უფერული, ცილინდრული ან მოგრძო ფორმის, ზომით $6-7 \times 3-3,5$ მკმ. სუბსტარაქტული მიცელიუმი შინდისფერია.(5,6,7)



ფოტო 11. სოკო *Verticillium dahliae* -ს მიცელიუმი სპორებით

Verticillium -ის გვარის სოკოები ცხოვრობენ ნიადაგის რიზოსფეროში, მცენარეში იჭრებიან ფესვებიდან და ფესვის ყელიდან. შემდეგ ვრცელდებიან მცენარის ღერო-ტოტებში, მცენარეში გადაადგილდებიან ჭურჭელბოჭკოვანი კონებით, ხვდებიან მცენარის ყველა ორგანოში და გამოყოფენ ტოქსინებს.

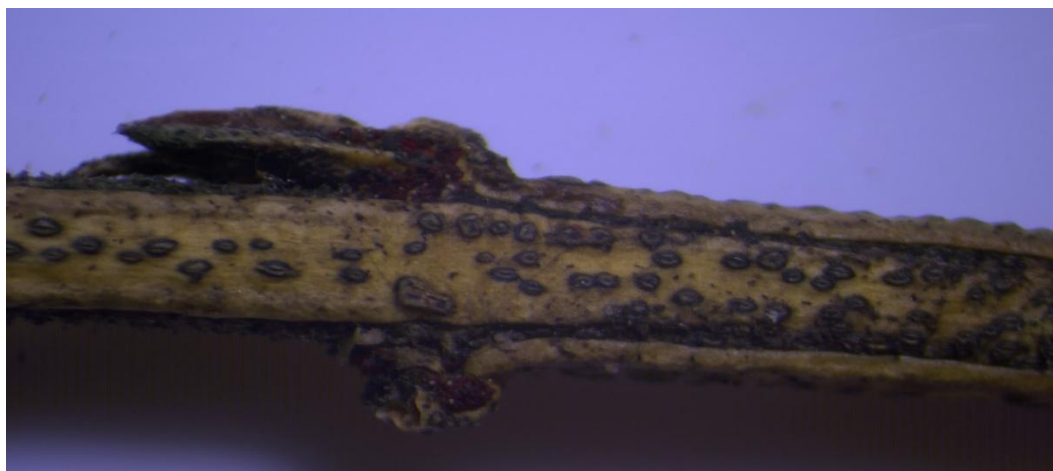
სოკოს მიერ გამოყოფილი ტოქსინები იწვევენ მცენარის უჯრედების ოსმოსური წნევის დარღვევას, მცენარის მოწამვლას და ჭურჭლების დაცობას, რაც საბოლოოდ იწვევს მცენარის ჭკნობასა და ხმობას.(8,9, 10, 11)



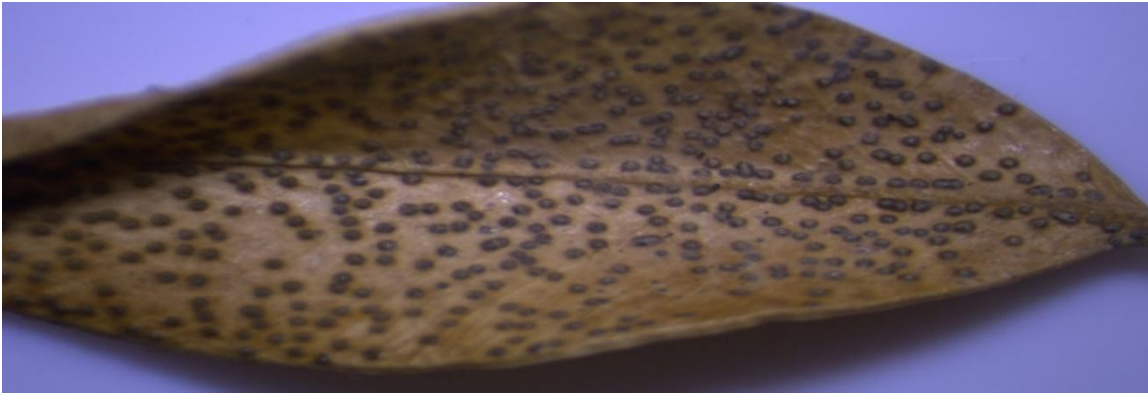
ფოტო 12. სოკო *Verticillium dahliae* -ს გამოყოფილი ტოქსინი

ინფექციის საწყისი - სოკოს მიკროსკლეროციუმები მცენარეულ ნარჩენებსა და ნიადაგშია, რომლებიც სიცოცხლისუნარიანობას 3 წლამდე ინარჩუნებენ.

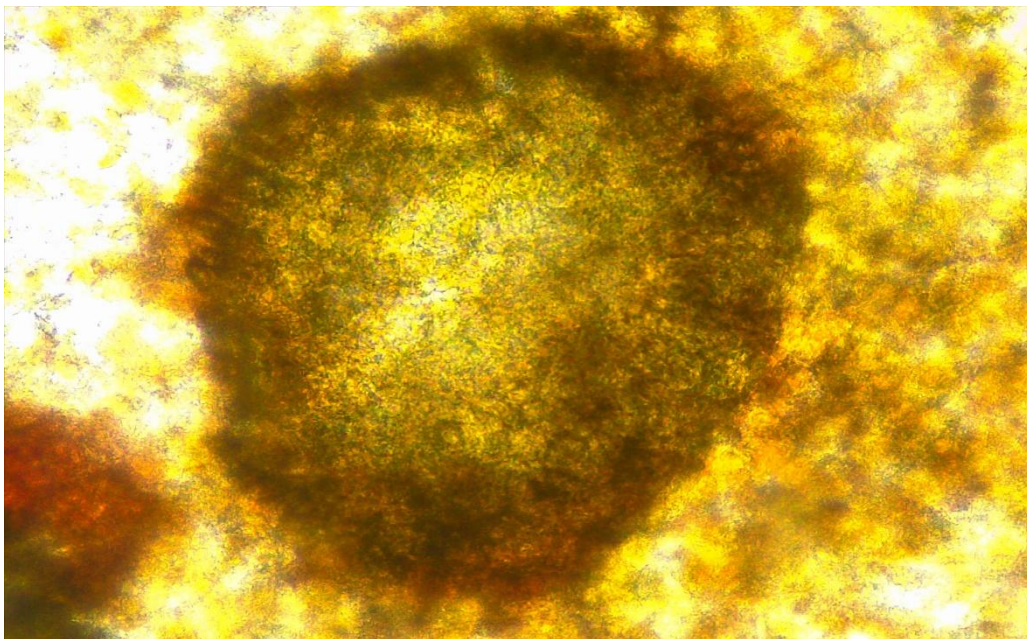
Gloesporium pachibasium Sacc. - სოკო ბზის ფოთლებზე და ღერო ტოტებზე განვითარებულია მონაცრისფრო ლაქების სახით, რომლებზედაც განვითარებულია სოკოს პიკნიდიალური ნაყოფიანობა.



ფოტო 13. სოკო *Gloesporium pachibasium* -ის პიკნიდიალური ნაყოფიანობა ტოტებზე ლაქების სიდიდეა 0,5-1 სმ. ლაქები შემოსაზღვრულია მოყავისფრო არშიით.

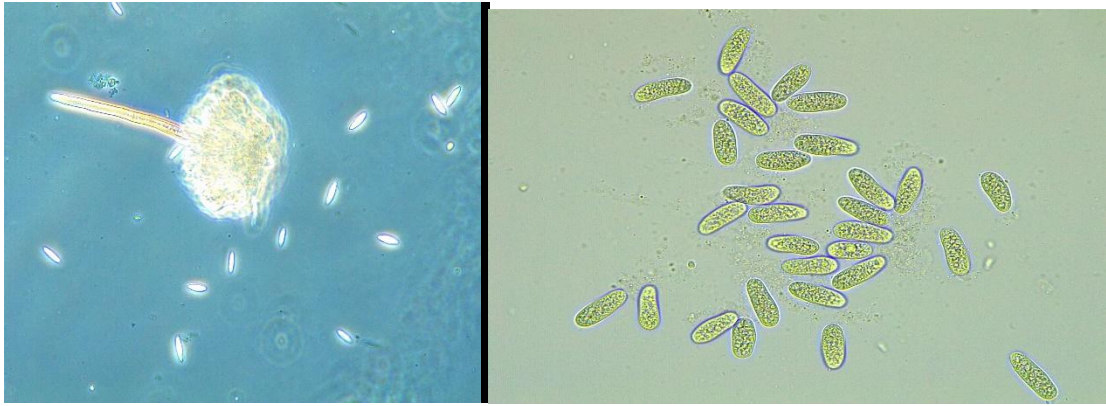


ფოტო 14. სოკო *Gloesporium pachibasium* -ის პიკნიდიალური ნაყოფიანობა ფოთოლზე ლაქის ქვედა მხარეზე განვითარებულია სოკოს ნაყოფიანობა - პიკნიდიუმები, პატარა ზომის შავი წერტილისმაგვარი ნაყოფიანობის სახით, რომელიც ეპიდერმისითაა დაფარული.



ფოტო 15. სოკო *Gloesporium pachibasium* -ის პიკნიდიუმი

სპორები ცილინდრულია, მომრგვალებული ბოლოებით, უფერულია, მარცვლოვანი შიგთავსი აქვს, ზომით $16,8-22,4 \times 6-7,5$ მკმ. ზოგიერთ სპორას აღენიშნება დიდი ზომის ცხიმის წვეთი.



ფოტო 16. სოკო *Gloesporium pachibasium* -ის სპორები

Pestalotiopsis guepini (Desm.) Steyaert. – აავადებს ბზის ფოთლებსა და ყლორტებს. დაავადება უმეტესად გამოვლინდება ივნისისა და ივლისის თვეებში.

დაავადებულ ფოთლებზე წარმოიქმნება სხვადასხვა ზომისა და ფორმის მუქი ნაცრისფერი ლაქები, რომლებიც საღი ნაწილისაგან გამიჯნულია მოყვითალო ან მუქი მომწვანო ფერის ამაღლებული არშიით. ლაქაზე როგორც ზედა, ასევე ქვედა მხარეზე განვითარებულია სოკოს კონიდიური ნაყოფიანობა შავი პატარა ბალიშაკების სახით, როდემლიც ჯერ ეპიდერმისითაა დაფარული. კონიდიუმების მოწიფებისას ეპიდერმისი ირღვევა და კონიდიუმები ცვივა.

სოკო სუფთა კულტურაში თეთრი მიცელიუმის სახითაა, ძაფისებრი ჰიფებით, საშუალო სიმკვრივის. ჰაეროვანი მიცელიუმი დაფარულია პატარ-პატარა კომპლექსური ბორცვებით, რომლებიც სოკოს სპორათგროვებს წარმოადგენს. სპორები დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება. სუბსტრატული მიცელიუმი მოვარდისფრო.

კონიდიუმები 5 უჯრედიანია, ზომით $21-28 \times 7,5-9$ მკმ. თავი და ბოლო უჯრედი უფერულია, შუათნა 3 უჯრედი მოყავისფროა, წამწამების რაოდენობა 2 -დან 4 -მდეა, ზომით 30-33 მკმ.



ფოტო 17. სოკო *Pestalotiopsis guepini* -ს სპორები

Cladosporium herbarum(Pers) Link. - სოკო აღინიშნა ბზის ფოთლებსა და ყლორტებზე, რომლებზედაც განვითარებულია ყავისფერი ლაქა, რომელიც შემდეგ ზეთისხილისფერ ნაფიფქს ივითარებს.

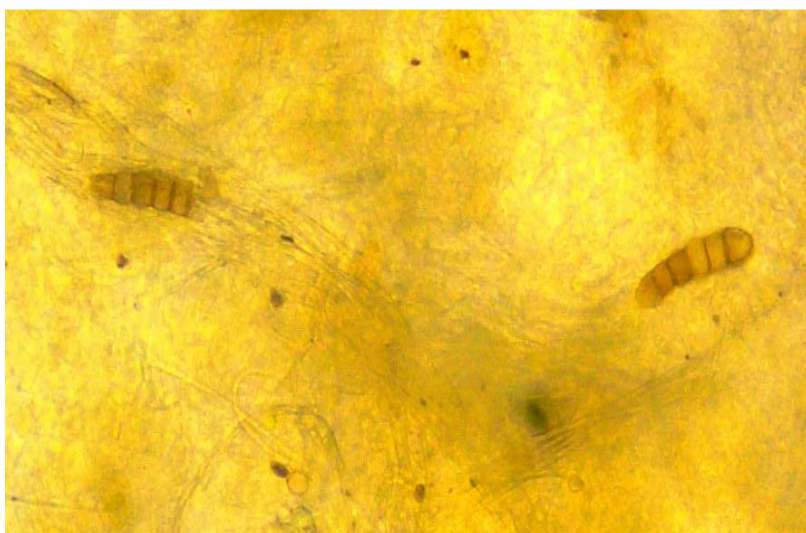
ხელოვნურ საკვებ არეზე სოკოს კოლონია საშუალო სიმაღლისაა; საკვები არის ზედაპირზეა გართხმული. ახასიათებს რადიალური განვითარება. სუბსტრატული მიცელიუმი მღვრიე ლილისფერია. მიცელიუმს მკვეთრი გარსი აქვს, კონიდიუმების ჩამოყალიბებისას ახასიათებს მარცვლოვანი შიგთავსი.

კონიდიათმტარები სხვადასხვა სიმაღლისაა, ტიხრებით, ზომით 62-218 × 6-8 მკმ. კონიდიუმები კონიდიათმტარებზე ერთეულად ან ჯაჭვისებურადაა განლაგებული. კონიდიუმები ფორმით კვერცხისებრი, ცილინდრული ან მომრგვალოა, ზომით 10-12 × 6-10 მკმ. ახასიათებს ცხიმოვანი ჩანართები. კონიდიუმები 1-5 უჯრედიანია.

Alternaria alternata(Fr.) Keisl. - სოკო აავადებს ბზის ფოთლებს. დაავადებულ ფოთლებზე სოკო ვითარდება მუქი მოყავისფრო ლაქის სახით, რომელზედაც ნესტიან და წვიმიან პირობებში წარმოიქმნება მოშაო ფერის ხავერდოვანი ნაფიფქი. იგი შედგება კონიდიუმებისა და კონიდიათმტარებისაგან.

სოკო სუფთა კულტურაში ვითარდება მორუხო-მონაცრისფრო, მაღალი ქეჩისებრი, მიცელიუმის სახით. ახასიათებს ბორცვების წარმოქმნა. სუბსტრატული მიცელიუმი მღვრიე ლილისფერია. ხასიათდებ უხვი სპორულაციით.

კონიდიუმები მოყავისფრო, კვერცხისებრი ან კომბლისებრი ფორმის, მძივისებრად ასხმული, 5-10 უჯრედიანი, გასწვრივი და განივი ტიხრებით, ზომით 34-60 × 18-22 მკმ. კონიდიათმტარები - მოკლე, სწორმდგომი, მოყავისფრო, უჯრედები მკვეთრად გამოხატული, ზომით 58-80 × 6-8 მკმ.



ფოტო 18. სოკო **Alternaria alternata**-ს მიცელიუმი კონიდიუმებით

Septoria pachidiodes Desm. - სოკო ბზის ფოთლებზე განვითარებულია მოთეთრო ფერის ლაქების სახით. ლაქებზე განვითარებულია წერტილისმაგვარი ნაყოფიანობა, რომელიც სოკოს პიკნიდიალურ ნაყოფიანობას წარმოადგენს.

პიკნიდიუმები ზომით 95-155 მკმ, ყავისფერი შეფერილობის, ფორმით ბურთისებრი.

კონიდიუმები 3 ტიხრიანია, უფერული, სწორი ან მოხრილი, ზომით 22-47 × 3-4 მკმ.

Phomopsis spp. - ბზის ფოთლებზე სოკო განვითარებულია მონაცრისფრო ლაქების სახით. ლაქას სიდიდით ფოთლის 1/3 უჭირავს.

ლაქის ზედა და ქვედა მხარეზე განვითარებულია ნაყოფიანობა შავი წერტილების სახით, რომელიც დაფარულია ეპიდერმისით.

სოკოს პიკნიდიუმი ბურთისებრია, მომრგვალო ფორმის. პიკნოსპორები ლენტისებურად ამოდის პიკნიდიუმებიდან.

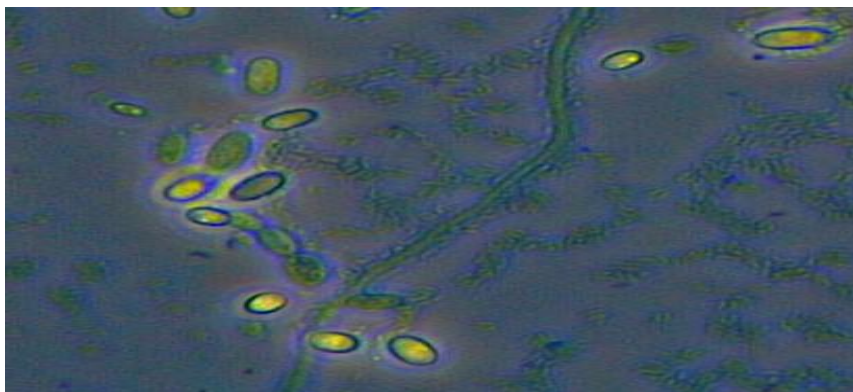
პიკნიდიუმები კვერცხისებრია ან ოვალური ფორმის. პიკნიდიუმები უმეტესად ლაქის ზემო მხრიდანაა განვითარებული ეპიდერმისის ქვეშ. პიკნიდიოსპორების ზომებია 5-6 × 2,5-3 მკმ.

Ascochyta buxina Sacc. - ბზის ფოთლებზე განვითარებულია სოკოს მომრგვალო ფორმის ყავისფერი ლაქები, რომლებიც შემოვლებულია მოთეთრო ფერის წვრილი არშიით.

პიკნიდიუმები ზომით 90-110 მკმ. სპორები ცილინდრულია, ზომით 8-14 × 1,5-2,4 მკმ.

Phylosticta spp. - ბზის ფოთლებზე განვითარებულია სოკოს მრგვალი ფორმის ლაქები, რომლებიც ჯერ ღია ყავისფერია, შემდეგ კი ნაცრისფერი. ლაქები საღი ნაწილისაგან გამიჯნულია მუქი ყავისფერი ან შავი ფერის არშიით.

პიკნიდიუმები გაბნეულადაა ლაქის ზედაპირზე. პიკნიდიუმები შავი ფერისაა, სფერული ფორმის ზომით 105-116 მკმ. სპორები ელიფსური, მომრგვალებული ბოლოებით, უფერული, ზომით 4-6 × 1-3 მკმ.



ფოტო 19. სოკო *Phylosticta spp.*-ის პიკნოსპორები

ლიტერატურა

1. К. Ю. Одишария – Главнейшие вечнозеленные покрывосеменные растения черноморское побережья Кавказа. Академии Наук Грузинской ССР. Сухум-1959, стр. 260-261;
2. B.O.Dodge-Volutella Buxi and Verticillium Buxi. Mycologia/ Volume 36, 1944 - Issue 4. Pages 416-425 <https://doi.org/10.1080/00275514.1944.12017564>
3. В. В. Филипов, Л. Н. Андреев, Н. В. Базилинская – Фитопатогенные грибы рода Verticillium. Москва-1980, „Наука“, стр. 17-18;
4. Martin B. Ellis, J. Pamela Ellis - Microfungi on Land Plants [An Identification Handbook], <<CROOM HELM>>, Lndon & Sydney -2001, pg. 102;
5. В. И. Билай, Р. И.Гвоздяк, И. Г. Скрипаль – Микроорганизмы-возбудители болезней растений, Справочник, 1989, Киев, „Наукова думка“, стр. 104-106;
6. ლ. ყანჩაველი - სასოფლო-სამეურნეო ფიტოპათოლოგია. გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი - 1987, გვ. 136-138;
7. ლ. ბერაძე - ვერტიცილიოზური ხმობის გამომწვევი სოკოები დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, თბილისი, 2020, ტ. 30, გვ. 91-93 ;
8. ლ. ბერაძე, ი. ბასილია, ე. ჯაყელი, რ. ტაკიძე, ნ. გუნთაძე - თბილის ვერტიცილიოზური ხმობის ეპიფიტოტია დასავლეთ საქართველოში, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, თბილისი-2022, ტ.47, №1, გვ. 67-71;
9. Т. А. Цакадзе – Деситвие токсина Citospora leucosoma на клетку растения. Бюлетень главного ботаникического сада, Тбилиси-1959.
10. Mussell H. W. - Endopolygalacturonase: evidence for involvement in Verticillium wilt of cotton. - Phytopathology, 1973b, 63, p. 62-69;
11. S. A. J. Tarr - Principles of Plant Pathology, Macmillan Press, London-1972, pg. 114-117, 265, 387-393.

Mycobiota of boxwood (*Buxus*)

Lamziri Beradze¹ Ioseb Basilia²; Rusudan Takidze³ Ese Jackeli⁴ Giorgi Sajaia⁵

¹Academic doctor of biology, main specialist, 591 20 23 88, lberadze@mail.ru; ²Doctor of Agricultural Sciences, Executive Director, 551 63 33 03, iosebbasilia@gmail.com; ³Academic doctor of agriculture, 599 92 87 61, zonaluri@mail.ru;

⁴Academic doctor of agriculture, main specialist, 593 37 08 04, sosotv@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-9771-4576>;

⁵Master's student, laboratory assistant, 551 21 11 35, giorgisajaia777@gmail.com

"Anaseuli" diagnostic center for integrated soil, food and plant protection named after Adam Beridze LLC

Summary

The following fungi have been detected on *Buxus*: *Cylindrocladium byxicola* Henricot.; *Verticillium buxi* Auerswald. (*Sesquicillium buxi* (Schm.)K.W. Gams, 1968); *Verticillium dahliae* Kleeb.; *Gloesporium pachybasium* Sacc.; *Septoria pachydiodes* Desm.; *Pestalotiopsis guepini* (Desm) Steyaert.; *Alternaria alternata* (Fr.) Keisl.; *Cladosporium herbarum* (Pers) Link.; *Phyllosticta* spp.; *Phomopsis* sp. and *Ascochyta buxina* Sacc.

Among the mentioned fungi, the following fungi cause the greatest damage to the boxwood plant: *Cylindrocladium byxicola* Henricot.; *Verticillium buxi* Auerswald. (*Sesquicillium buxi* (Schm.)K.W. Gams, 1968) and *Verticillium dahlia* Kleeb.

It was important for us to find out the composition of fungal diseases of the boxwood plant under the current conditions, to determine their phytopathogenic importance for the plant, the regularities of their spread and favorable conditions.

For this purpose, we collected diseased material from the municipalities of Guria, Samegrelo and Adjara, separated the fungi in pure culture on an artificial feeding area and determined their identity microscopically. When determining the species, we used the survey literature.

Key words: mycelium, conidium, sporulation, toxin, conidiophore, pathogen, polyphage, animality, phialide, pad, hypha, conidia-bearing, microsclerotium



მართვის და კონტროლის სისტემა მეწყერსაშიში ზონებისათვის

ტოლია კილასონია¹, აკაკი გიგინეიშვილი², მარეხ მაზანაშვილი³

¹ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის დოქტორანტი, 995577979481, tkilasonia1989@gmail.com;

² საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის უფროსი, პროფესორი, 995577411222, gigineishviliakaki08@gtu.ge;

³ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის დოქტორანტი, +995577091442, marekhi1978@gmail.com

აბსტრაქტი:

მოცემული სტატია აღწერს მეწყერსაშიში ზონების მართვისა და კონტროლის სისტემას. სტატიაში განხილულია ინტელექტუალური ტექნოლოგიების გამოყენება ინფორმაციული ტექნოლოგიების კონტექსტში და მათი მნიშვნელობა. ასევე, აღწერილია მეწყერის წარმოშობისა და აღმოჩენის მეთოდები, მათ შორის ინკლინომეტრული, გეოდეზიური, ლაზერული და ოპტიკურ ბოჭკოვანი სისტემები. სტატიაში ყურადღება გამახვილებულია საქართველოს მეწყერსაშიში ზონების პრობლემებზე და მათი გადაჭრის გზებზე, მათ შორის მოქნილი ადრეული შეტყობინების სისტემების შექმნაზე. ასევე, განხილულია გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენება მეწყერსაშიში ზონების მონიტორინგისთვის.

ნაშრომი დეტალურად განიხილავს მეწყერის წარმოშობისა და აღმოჩენის მეთოდებს, როგორც ინკლინომეტრული გაზომვები, გეოდეზიური მეთოდები, ლაზერული და ოპტიკურ-ბოჭკოვანი სისტემები. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა არსებული სისტემების ხარვეზებს, როგორცაა მაღალი ღირებულება და მოუქნელობა, რაც საქართველოს რელიეფის მრავალფეროვნებიდან გამომდინარეობს. ავტორების მიერ შემუშავებული სისტემა მიზნად ისახავს მოქნილი და დაბალფასიანი ადრეული შეტყობინების სისტემის შექმნას, რომელიც საშუალებას მისცემს ქვეყნის კრიტიკულ უბნებში ბუნებრივი საფრთხეების დროულად აღმოჩენას.

შედეგად მიღებული სისტემა მოიცავს ნიადაგის წანაცვლების, დახრილობისა და დეფორმაციის გაზომვას ჰოლის სენსორების მეშვეობით, რომლებიც მონაცემებს აგზავნიან ცენტრალურ სერვერზე GMM ტექნოლოგიის გამოყენებით. მონაცემთა ანალიზი ხორციელდება სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით, რაც საშუალებას აძლევს მომხმარებლებს ინდივიდუალურად და დროულად შეაფასონ რისკები.

გარდა ამისა, ნაშრომი ხაზს უსვამს გეოინფორმაციული ტექნოლოგიების მნიშვნელობას რელიეფის ანალიზისა და მეწყერსაშიში ზონების მონიტორინგის პროცესში. გამოყენებული ტექნოლოგიები უზრუნველყოფს ეფექტურ განხორციელებას მრავალ სფეროში, როგორცაა გეოლოგიური ანალიზი, ინფრასტრუქტურის მართვა და უსაფრთხოების გაუმჯობესება.

ჩატარებულმა კვლევამ საფუძველი ჩაუყარა ინოვაციური სისტემის შექმნას, რომელიც შეესაბამება საქართველოს გეოლოგიურ და კლიმატურ სპეციფიკას, რითაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს საზოგადოების უსაფრთხოებას და რეგიონალურ მდგრადობას.

საკვანძო სიტყვები: მეწყერსაშიში ზონები, მართვის სისტემა, კონტროლის სისტემა, მეწყერის წარმოშობა, მეწყერის აღმოჩენა, ადრეული შეტყობინების სისტემა, ჰოლის სენსორი, ჰოლის ეფექტი.

4. მართვის და კონტროლის სისტემა მეწყერსაშიში ზონებისათვის

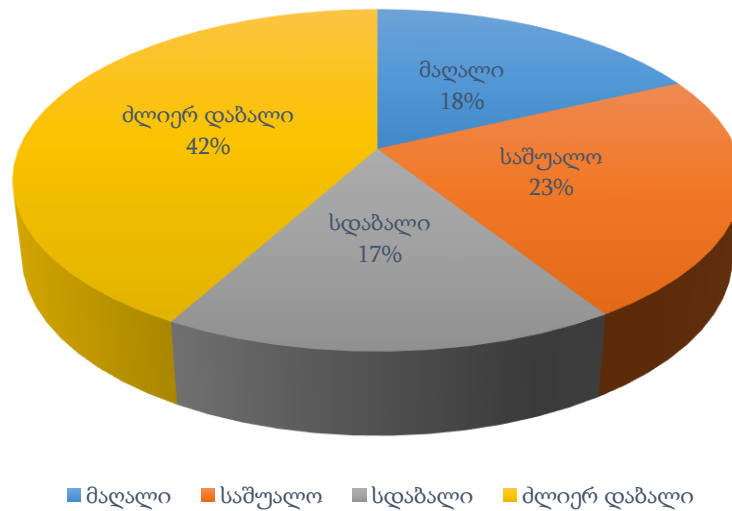
ინფორმაციის გადამუშავების მთავარი ამოცანა არსებული გამოცდილების საფუძველზე მომავლის პროგნოზირებაა, რაც იმთავითვე ინტელექტუალური სისტემების გამოყენებით ხორციელდება. აღნიშნული სისტემები საზოგადოებასთან და იმ ამოცანებთან ერთად ვითარდება, რომლებიც ამ საზოგადოების წინაშე კონკრეტულ ვითარებაში წამოიჭრება. ინტელექტუალური ტექნოლოგიები, ინფორმაციული ტექნოლოგიების მეტად მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენენ და მათ გარეშე ინფორმატიზაცია აზრს დაკარგავდა. ინტელექტუალური სისტემები ფუნქციებს ადამიანის პროგრამულ-გამომთვლელი და აპარატიული კომპლექსის ძალისხმევით ასრულებენ. ინტელექტუალური ტექნოლოგიები შეიძლება ინტელექტუალური სისტემების შემადგენელ ნაწილად იქნას განხილული. ისინი, არსებითად, მეთოდებისა და ტექნიკური საშუალებების იმ ერთობლიობას წარმოადგენენ, რომელთა მეშვეობითაც, სათანადო ალგორითმისა და პროგრამების საფუძველზე, ავტონომიურ რეჟიმში ადამიანის ინტელექტის მოდელირება ხდება. ინტელექტუალური ტექნოლოგიები ანალიტიკური ტექნოლოგიების განვითარების ერთ-ერთი ბოლო ეტაპთაგანია. ანალიტიკურ ტექნოლოგიებს უწოდებენ მეთოდიკებს, რომლებიც ცნობილ მონაცემებზე დაყრდნობით უცნობი მახასიათებლებისა და პარამეტრების მნიშვნელობის განსაზღვრის შესაძლებლობას მოძელების, ალგორითმებისა და მათემატიკური თეორემების საფუძველზე იძლევიან. ანალიტიკური ტექნოლოგიები, პირველ რიგში, იმ ადამიანებს ესაჭიროებათ, რომლებიც გადაწყვეტილებებს იღებენ: ხელმძღვანელებს, ანალიტიკოსებს, ექსპერტებს, კონსულტანტებს. შედეგებს დიდად განაპირობებს გადაწყვეტილების ხარისხი - პროგნოზების სიზუსტე, ამორჩეული სტრატეგიის ოპტიმალურობა. თანამედროვე ანალიტიკური ტექნოლოგიების საშუალებით აგებული სისტემები გადაწყვეტილებების ეფექტიანობას არსებითად ამაღლებენ. გავანალიზოთ სხვადასხვა პრაქტიკული შემთხვევისათვის ინტელექტუალური ტექნოლოგიებისადმი წაყენებული მოთხოვნები. შევჩედით რამდენიმე შემთხვევაზე. მაგალითად, უსაფრთხოების სიტემები. რომლებიც ტექნოგენური, ეკოლოგიური, ეპიდემიოლოგიური და სხვა ანალოგიური ფაქტორებისგან გვიცავენ, უკიდურეს შემთხვევაში, ასეთი ფაქტორების ზემოქმედების მინიმიზაციას ახდენენ. ასეთი უსაფრთხოების სისტემების ფუნქციონირება

დაკავშირებულია მართვის მრავალი მიზნის ანალიზთან, მხარდაჭერის სისტემების სტრუქტურულ-ფუნქციურ სინთეზთან, გადაწყვეტილებების მიღებასთან, უკუკავშირთან, ადაპტაციასა და ოპტიმიზაციასთან, ფუნქციონირებასა და გარე პირობების ინტელექტუალურ მონიტორინგთან, მართვის სისტემის რესტრუქტურიზაციასთან, მის სრულ რეინჟინერინგამდე.

იმისათვის, რომ შეგვექმნა სისტემა, მოწყობილობა, რომელიც გააკონტროლებდა და მეწყერსაშიშ ზონებს, აუცილებელი იყო ამ სფეროში ცოდნის ამოღება ექსპერტებისაგან. კერძოდ, ექსპერტული სისტემის შემუშავებისთვის აუცილებლობას წარმოადგენს დარგში ცოდნის მიღება, მოცემული სფეროს ექსპერტებთან ერთად მუშაობა, პრობლემის იდენტიფიცირება, ცოდნის ინჟინერიაზე მუშაობის გაწევა, საკითხის ფორმულირება. რის შემდეგ ხდება პროტოტიპირ რეალიზაცია, პროგრამისტების ჩართვა, ტესტირება და სხვა მნიშვნელოვანი ეტაპების რეალიზაცია იმისათვის რომ გამზადებული პროექტი მომხმარებელამდე მივიტანოთ. ჩვენი პროექტი შეეხებოდა მეწყერსაშიშ ზონებს, ამიტომ აუცილებელი გახდა ამ სფეროში საგნობრივი ცოდნის ამოღება.

როგორც შევისწავლეთ, მეწყერი ეს არის მიწის მასების ან ქანების ფენის მოწყვეტა და გადაადგილება მთის კალთაზე ან ფერდობზე სიმძიმის ძალის გავლენით. ის უფრო ხშირად იქ წარმოიქმნება, სადაც წყალშემკავებელი თიხოვანი და წყლიანი ქანები ერთმანეთს ენაცვლება და შრეთა დაქანება კალთის დაქანების თანხვედრილია. მისი მიზეზია ქანების წონასწორობის დარღვევა, რასაც იწვევს ფერდობის ძირის გამორეცხვა, გამოფიტვის ან გადამეტებული ტენიანობის გამო ქანების სიმტკიცის შესუსტება, სეისმური ბიძგები და სხვა. მეწყერებისა და ღვარცოფების თვალსაზრისით, საქართველო მაღალი რისკის ზონაა. მაგალითია, რიკოთში მოულოდნელად მოვარდნილი ღვარცოფი. დევდორაკზე მომხდარი მეწყერი რომელმაც რამოდენიმე ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა და მილიონობით ლარის ზარალი მიაყენა ქვეყანას, 2023 წელს მოვარდნილი ღვარცოფი შოვში რომელმაც ადამიანების სიცოცხლე იმსხვერპლა და თითქმის გაანადგურა შოვი. 2018 წლის მონაცემებით გეოლოგიური პროცესების საშიშროების ქვეშ მოქცეული დასახლებული პუნქტების რაოდენობა ასე გამოიყურება

გეოლოგიური პროცესების საშიშროების ქვეშ მოქცეული დასახლებული პუნქტების რაოდენობა ასე გამოიყურება



სურათი 11.1. გეოლოგიური პროცესების საშიშროების ქვეშ მოქცეული დასახლებული პუნქტების რაოდენობა

4.1. მეწყერის წარმოშობის და აღმოჩენის მეთოდები

ექსპერტებთან მუშაობისას გამოვკვეთეთ მეწყერის წარმოშობის და აღმოჩენის რამდენიმე მეთოდი:

ძვირადღირებული ინკლინომეტრული მეთოდი- ინკლინომეტრიული გაზომვები ფართოდ გამოიყენება მეწყერების, საყრდენი კედლების, წყობის და იმ ადგილებში, სადაც აუცილებელია მიწის ღრმა დეფორმაციების გაზომვა. გრუნტის ღრმა დეფორმაციების სიდიდე გამოითვლება არაპირდაპირი გზით ჭაბურღილზე დამონტაჟებული ინკლინომეტრის გარსაცმის დახრილობის სხვაობის გამოყენებით. ინკლინომეტრები გამოიყენება ჰორიზონტალური მოძრაობების გასაზომად სხვადასხვა დონეზე, როგორც წესი, დედამიწის შევსების შიგნით. ფერდობების მონიტორინგისთვის გამოიყენება ინკლინომეტრები, რაც მიუთითებს მოძრაობაზე ფერდობზე მანამ, სანამ ის ფერდობის ზედაპირზე ჩანს. ინკლინომეტრები ხშირად ძალიან წარმატებული აღმოჩნდა მოძრაობის ზონების და ზომის, სიჩქარისა და მოძრაობის მიმართულების ამოცნობაში არა მხოლოდ ფერდობებზე, არამედ სანაპიროებზე და ა.შ. არსებობს რამდენიმე ტიპის ინკლინომეტრები და თითოეულ ტიპს აქვს ვარიაციები, რომლებიც წარმოებულია სხვადასხვა მწარმოებლის მიერ. თუმცა ზუსტი კლინომეტრიის ძირითადი პრინციპი იგივეა. ჭაბურღილში დამონტაჟებულია გზამკვლევი მილი და წინასწარ განსაზღვრული ინტერვალებით იზომება სახელმძღვანელო მილის დახრილობა ვერტიკალიდან. იგი იზომება ქანქარის გამოყენებით, რომელიც ჩასმულია წყალგაუმტარ ზონდში. ზონდი ქვეითდება მილის მეშვეობით. ქანქარის დახრილობა იზომება ელექტრონული მოწყობილობების გამოყენებით, რომლებიც ძალიან ზუსტია. გაზომვის

შედეგები განისაზღვრება საზომი ხელსაწყოთა (ინკლინომეტრიული ზონდი) ამოღებით. გაზომილი მნიშვნელობების შეფასების შემდეგ დგინდება პროფილის მიმდინარეობა, თუ შევადარებთ პროფილებს სხვადასხვა გაზომვებიდან, შეგვიძლია შევაფასოთ ცვლის მიმართულება და ზომა მონიტორინგის პერიოდისთვის კეთდება ჭაბურღილი, რომლის სიღრმე მეწყერის ცურვის სიბრტყის ქვემოთ მდებარეობს. შემდგომ მოცემულ სიღრმეზე უშვებენ მილს ინკლინომეტრით. მეთოდი გულისხმობს, რომ მილის ქვედა ბოლო უძრავად იყოს დამაგრებული. მეთოდი გამოირჩევა სიზუსტით, მაგრამ გარემოს და რელიეფის წინასწარ კვლევებს მოითხოვს და ძვირადღირებულია.

გეოდეზიური მეთოდი (ზედაპირული მეთოდი)-გეოდეზიური ხელსაწყოებით ხდება კოორდინატების დადგენა. მეთოდი არაეფექტურია რადგან ის მოითხოვს ღია გარემოს, და მოითხოვს პერიოდულ მონიტორინგს. ლაზერული მეთოდი მეთოდის არსი: გასაკონტროლებელ ზონაში დგება რამოდენიმე ლაზერი. გარკვეულ მანძილზე დგება სარკეები ან პრიზმები (ე.წ. სამიზნეები) საიდანაც ხდება სხივის გადახრის კონტროლი. მეთოდი არაეფექტურია ტყიან გარემოში, ნისლიან ამინდში, ხოლო წვიმისა და თოვლის დროს მისი შესაძლებლობები მეტად შეზღუდულია. ოპტიკურ ბოჭკოვანი სისტემა კეთდება 30-40 სანტიმეტრი სიღრმის თხრილი რომელშიც ათავსებენ ოპტიკურ კაბელს და ზომავენ მის დაჭიმულობას. არხის სიგრძე შეიძლება იყოს რამოდენიმე ათეული კილომეტრი. გამოკვეთით პრობლემები და გადაჭრის გზები:

პრობლემა: არსებული შეტყობინების სისტემები მოუქნელი და ძვირადღირებულია. საქართველოს მრავალფეროვანი რელიეფის გამო, კონკრეტული უბანი კონკრეტულ კონფიგურაციას მოითხოვს, რაც იმას ნიშნავს, რომ არსებული სტანდარტული სისტემების გამოყენება, დიდ სირთულეებთან არის დაკავშირებული.

გადაჭრის გზები: გამოსავალი შექმნილი სიტუაციიდან არის მოქნილი ადრეული შეტყობინების სისტემების საქართველოში კონსტრუირება და წარმოება, რაც ათეულჯერ იაფი დაუჯდება სახელმწიფოს და გვექნება შესაძლებლობა მოვიცვათ ბუნებრივი საფრთხეების ყველა კრიტიკული უბანი. [1,2,]

ჩვენს მიერ შემუშავებული შეტყობინების სისტემა მეწყერსაშიში ზონებისათვის უზრუნველყოფს:

1. გრუნტის წანაცვლების და ფარდობითი დახრილობის გაზომვას;
2. კონსტრუქციის დეფორმაციის და ამობურცვის გაზომვას;
3. ინფორმაციის ცენტრში გადაცემას და ვიზუალიზაციას.

სენსორების გრუნტში დამონტაჟებისას მათი ჩვენება მიიღება საწყისად (საყრდენად). სხვაგვარად, რომ ვთქვათ, ჩვენ გვინტერესებს ცვლილება საწყისი მდგომარეობის მიმართ. სადაც X_0 საწყისი მნიშვნელობებია. ხოლო X , მიმდინარე მნიშვნელობები, ხოლო dx , მათი ცვლილების აბსოლუტური მნიშვნელობებია. პროგრამაში გათვალისწინებულია ცვლილებების მაქსიმალური ზღვრული მნიშვნელობის რეგულირება. რადგან ნიადაგში ყოველთვის შეინიშნება ფლუქტუაციები, უგულებელყოფილი უნდა იყოს სისტემის მიერ,

ხოლო თუ ცვლილება გადააჭარბებს დადგენილ საზღვარს, სისტემა ამ შემთხვევაში იძლევა საგანგაშო შეტყობინებას, რომელსაც, მიიღებს როგორც ცენტრალური სერვერი, ასევე მიმდებარე ტერიტორიაზე დარეგისტრირებული მოსახლეობა. ინფორმაციის გადაცემას სისტემის საშუალებით. აღნიშნული შეტყობინების სისტემა მოითხოვს ძალიან მცირე ენერგიას. გრუნტის ზედაპირზე (მცირე სიღრმის თხრილში) განლაგებულია მაგნიტები. მაგნიტების ზემოთ რამოდენიმე მილიმეტრის დაშორებით მაგრდება ჰოლის სენსორები. გრუნტის ზედაპირის ცვლილება იწვევს მაგნიტური ველის ცვლილებას რასაც აღითქვამს სენსორი. ჰოლის სენსორი თავისუფალია ყოვლგვარი მავნე ფლუქტუაციებისაგან, გამოირჩევა მაღალი საიმედოობით და სიზუსტით. თუ გარკვეული ინდუქციის მაგნიტურ ველში მოვათავსებთ ნახევარგამტარის ან გამტარის ფირიტას, რომელშიც გადის დენი, მაშინ მოძრავი დამუხტული ნაწილაკები, ლორენცის ძალის გავლენით გადაადგილდებიან მოძრაობის მართობულად, რის შედეგადაც ფირფიტის მართობულ ბოლოებზე გაჩნდება ძაბვა.

ჰოლის სენსორი არის მაგნიტოელექტრული მოწყობილობა, რომლის მოქმედება დაფუძნებულია ჰოლის ეფექტზე და რომელიც განკუთვნილია ძირითადად მაგნიტური ველების სიდიდის გასაზომად, ასევე ელექტრომაგნიტური ველების გამოყენებით სხვადასხვა გადამყვანების შესაქმნელად.

ჰოლის ეფექტი მდგომარეობს იმაში, რომ როდესაც მაგნიტურ ველში დენის მქონე გამტარი ფირფიტა (ნახ. 1) მოთავსებულია, ფირფიტაში წარმოიქმნება ელექტრული ველი დენის პერპენდიკულარული მიმართულებით და, შესაბამისად, ძაბვა - ჰოლის ძაბვა. ეფექტს ეწოდა მეცნიერის ედვინ ჰოლის სახელი, რომელმაც აღმოაჩინა ეფექტი.

Рис.2

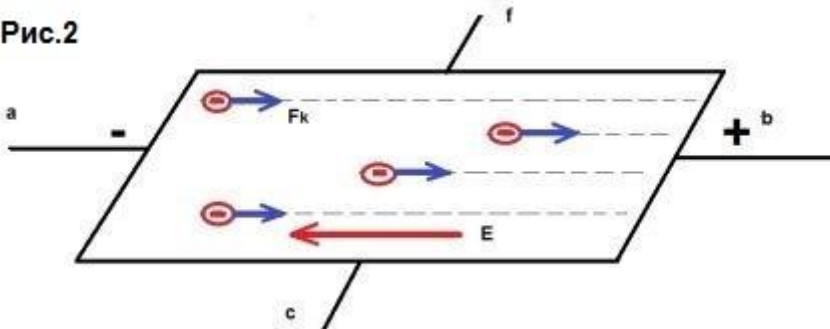


Рис.3

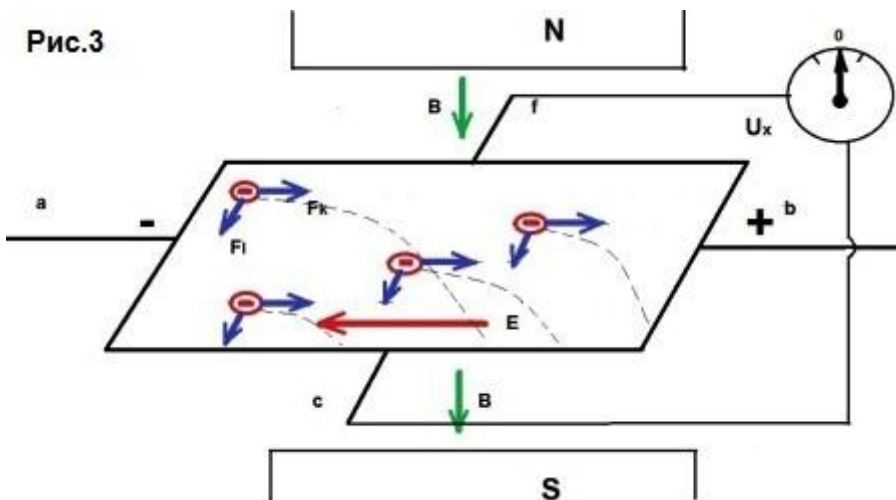
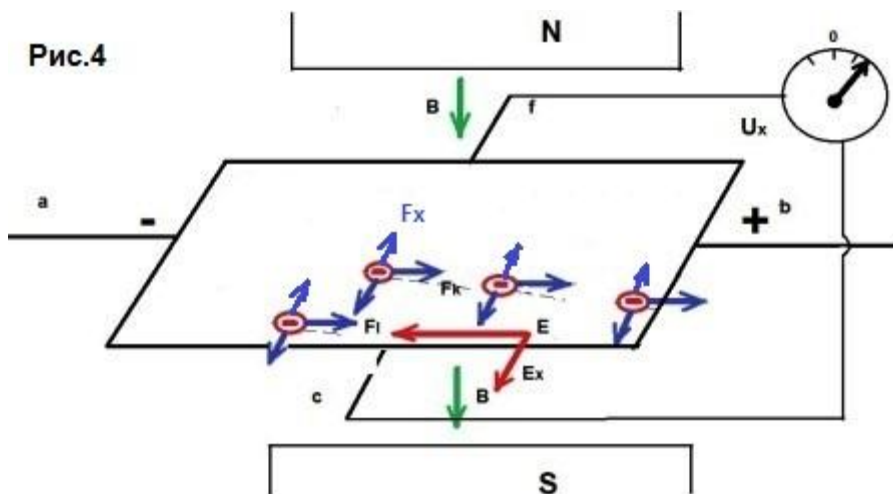


Рис.4



ჩვენ ვივარაუდებთ, რომ ფირფიტაში თავისუფალი მუხტის მატარებლები არიან ელექტრონები და ისინი უზრუნველყოფენ ფირფიტის გამტარობას. მაგნიტური ველის არარსებობის შემთხვევაში ელექტრონები მოძრაობენ ძაბვის წყაროს ელექტრულ ველში E კულონის ძალის გავლენით ($F_k = eE$, e არის ელექტრონის მუხტი) მთლიანობაში სწორხაზოვნად დადებითი მიმართულებით. ელექტროდი (ფილაში ძაბვის წყაროს ელექტრული ველის E მიმართულების საწინააღმდეგოდ) (ნახ. 2) . B ინდუქციური მნიშვნელობის მქონე მაგნიტური ველის გამოჩენის შემდეგ, ლორენცის ძალა ($F_l = eVB$) იწყებს მოქმედებას V სიჩქარით მოძრავ ელექტრონებზე და ცვლის მათ ტრაექტორიას, აახლოებს წრეს, გადააქვს ელექტრონები ერთამდე. ფირფიტის სახეები (სურ. 3). ელექტრონების გადახრა ხდება მანამ, სანამ ჰოლის ველის კულონის ძალა F_k ხარ დაბალანსებს ლორენცის ძალას F_l .

ამრიგად, ელექტრონების ჭარბი რაოდენობა გროვდება ფირფიტის ერთ-ერთ პირთან ახლოს და იგი უარყოფითად არის დამუხტული საპირისპირო სახესთან შედარებით. არსებობს ელექტრული ველი E_x (ჰოლის ველი) და, შესაბამისად, მოპირდაპირე სახეების ელექტრულ კონტაქტებზე, ჰოლის ძაბვა U_x (დარბაზის EMF) (ნახ. 4).

ფირფიტაში კინეტიკური ფენომენების გათვალისწინებით, შეგიძლიათ მიიღოთ ფორმულა, რომელიც განსაზღვრავს ჰოლის ძაბვის მნიშვნელობას:

$$U_x \approx U_H = A/ne \cdot IB/d, (1)$$

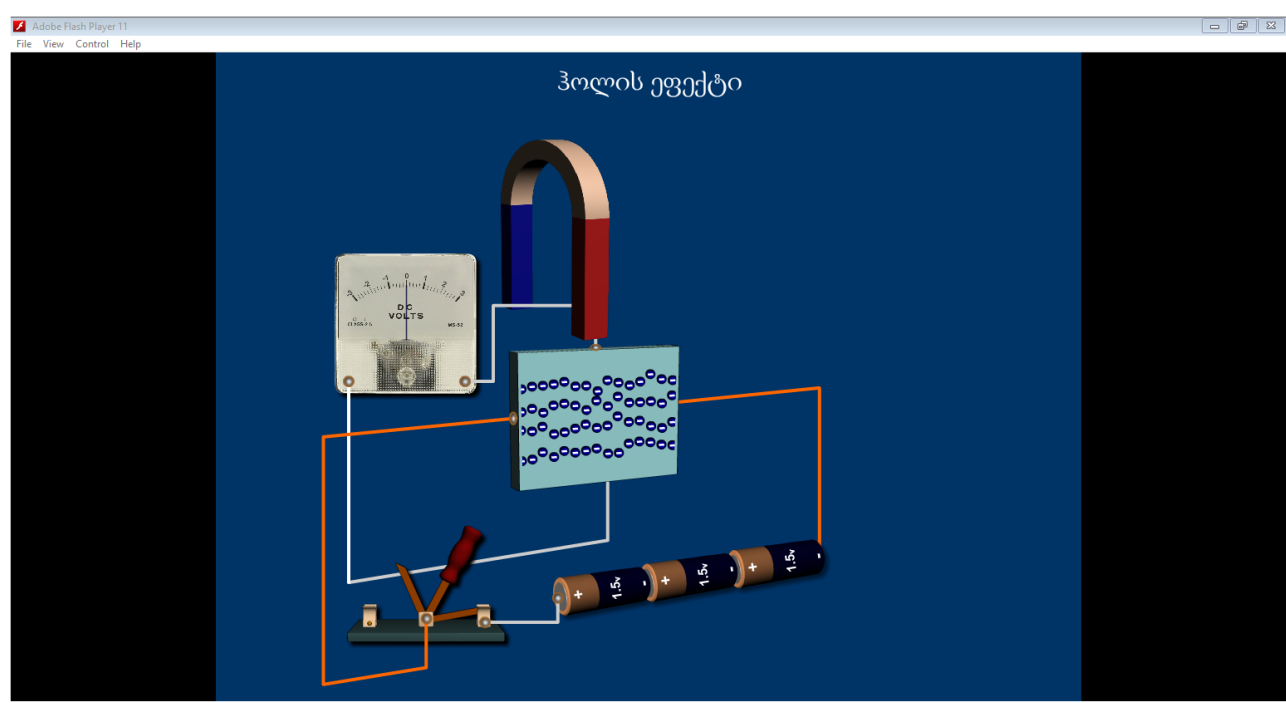
სადაც კოეფიციენტი $A \approx 1 \div 2$ (დამოკიდებულია გაფანტვის მექანიზმზე), n არის მუხტის მატარებლების კონცენტრაცია, I არის მიმდინარე მნიშვნელობა, d არის ფირფიტის სისქე.

ფორმულის (1) უფრო დეტალური ანალიზი აჩვენებს, რომ სენსორის ფირფიტის მასალის პრაქტიკულად მთავარი პარამეტრი, რომელიც განსაზღვრავს ჰოლის სენსორის მგრძობელობას ($\gamma = \Delta U_x / \Delta B$) არის დენის მატარებლების μ ($I = n e v$). ამიტომ, ჰოლის სენსორების მგრძობიარე ელემენტები დამზადებულია ნახევარგამტარული მასალებისგან

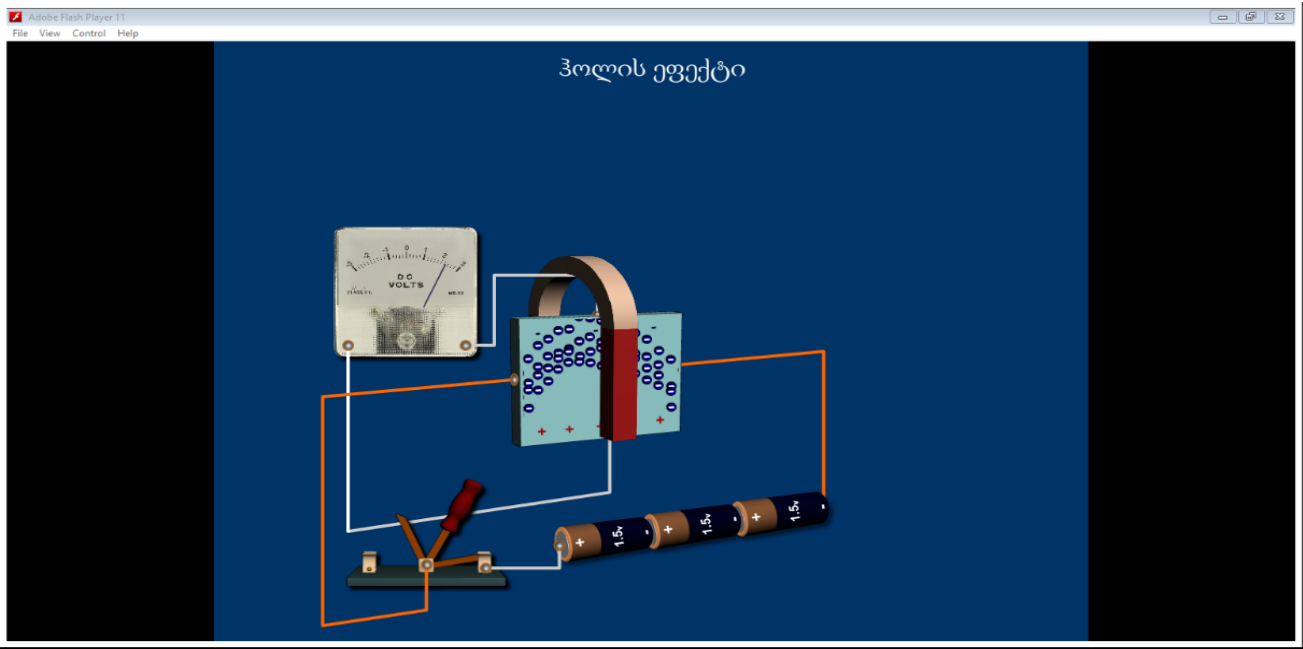
დენის მატარებლების მაღალი მობილურობით: InSb, GaAs, Si, Ge. ზოგიერთისთვის მობილურობამ შეიძლება მიაღწიოს ათიათასობით სმ²/V წმ-ს.

ჰოლის სენსორების სენსორული ელემენტები დამზადებულია სხვადასხვა ფორმის ფირფიტების სახით ოთხი საკონტაქტო ბალიშებით და ელექტრული მილებით. ფირფიტის ფორმა შეიძლება განსხვავებული იყოს. ყველაზე ხშირად ახლოს ჯვარცმული (სურ. 5). ფირფიტის ზომები გავლენას ახდენს მგრძნობელობაზე, მახასიათებლის წრფივობაზე. ამიტომ, ზომები ოპტიმიზირებულია სენსორის შემუშავებისას. როგორც წესი, სენსორული ელემენტის სიგრძე მინიმუმ სამჯერ არის სიგანეზე.

ამჟამად, წარმოებაში გამოიყენება მიკროელექტრონული პლანშეტური ტექნოლოგიები, რაც შესაძლებელს ხდის შექმნას მგრძნობიარე ელემენტები სამუშაო ფართობის ზომით 100x100 μm . თანამედროვე ჰოლის სენსორების მგრძნობელობამ შეიძლება მიაღწიოს რამდენიმე ათას mV/T-ს.

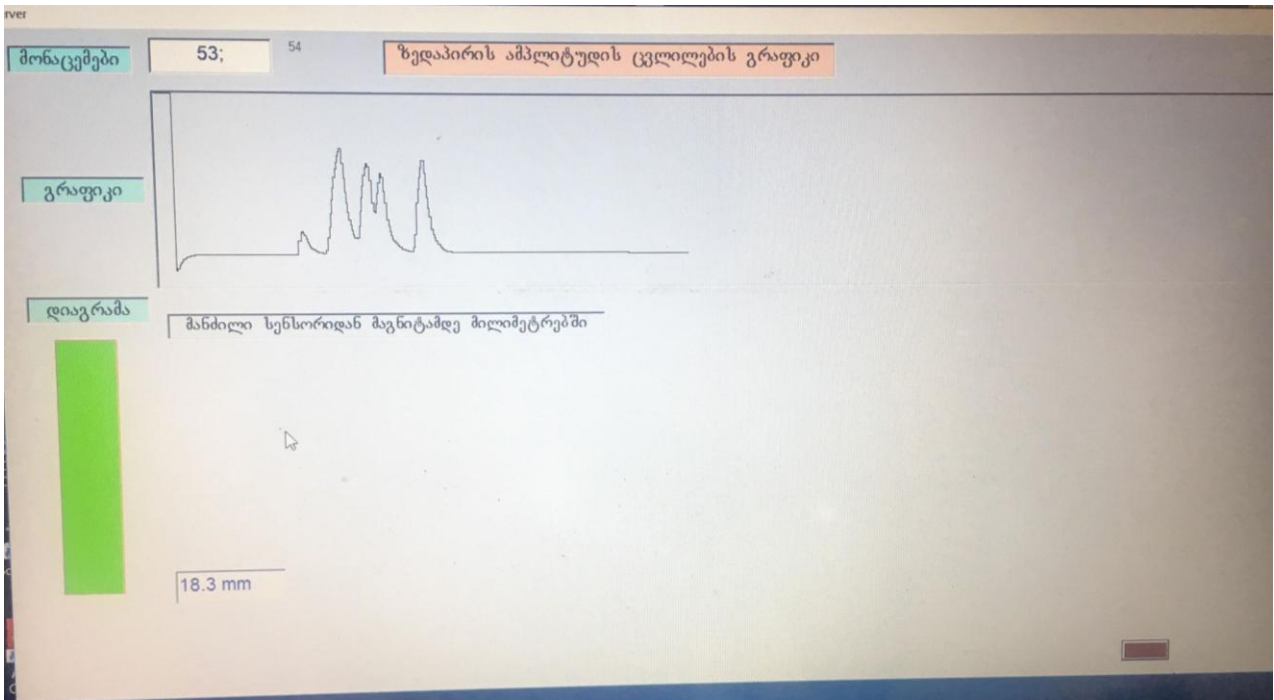


სურათი 11.2. ჰოლის ეფექტი



სურათი 11.3. ჰოლის ეფექტი

ჩვენს მიერ ჩატარებული გაზომვებით დავადგინეთ, რომ სენსორის სიზუსტე 50 – 100 მიკრონია. რაც იმას ნიშნავს, რომ ნიადაგის ზედაპირის ამობურცვა ან ჩაბურცვა ისეთი მცირე სიდიდით როგორცაა 50 მიკრონი, აღირიცხება ჩვენი მოწყობილობის მიერ. ჩვენს მიერ შექმნილი სენსორის სატესტო სტენდი, გვაძლევს საშუალებას დავაკვირდეთ მაგნიტური ველის ცვლილების დამოკიდებულებას სენსორსა და მაგნიტს შორის მანძილზე. სტენდი წარმოადგენს ელასტიური ქსოვილის ზედაპირს, რომელზეც ვრცელდება განივი ტალღა. ქსოვილის ზედაპირის სიმაღლის (ამპლიტუდის) ცვლილება იწვევს მაგნიტსა და სენსორს შორის მანძილის ცვლილებას და შესაბამისად მაგნიტური ველის ინტენსიობის ცვლილებას სენსორის ზედაპირზე. სენსორიდან მოხსნილი სიგნალი გადაეცემა როგორც ცენტრალურ სერვერს ასევე პლანშეტებს. პლანშეტებში ჩატვირთული აპლიკაცია საშუალებას გვაძლევს ინდივიდუალურად დავაკვირდეთ და შევისწავლოთ მეწყერსაშიშ ზონაში მიმდინარე პროცესები. ცენტრალური სერვერის ინტერფეისი გვაძლევს საშუალებას დავაკვირდეთ ნიადაგის ზედაპირის ამპლიტუდის ცვლილების გრაფიკს, ასევე მონაცემებს და სენსორსა და მაგნიტს შორის მანძილის ცვლილების დიაგრამას. [1,2,8]



სურათი 11.4. პროგრამის მუშაობის დიაგრამა

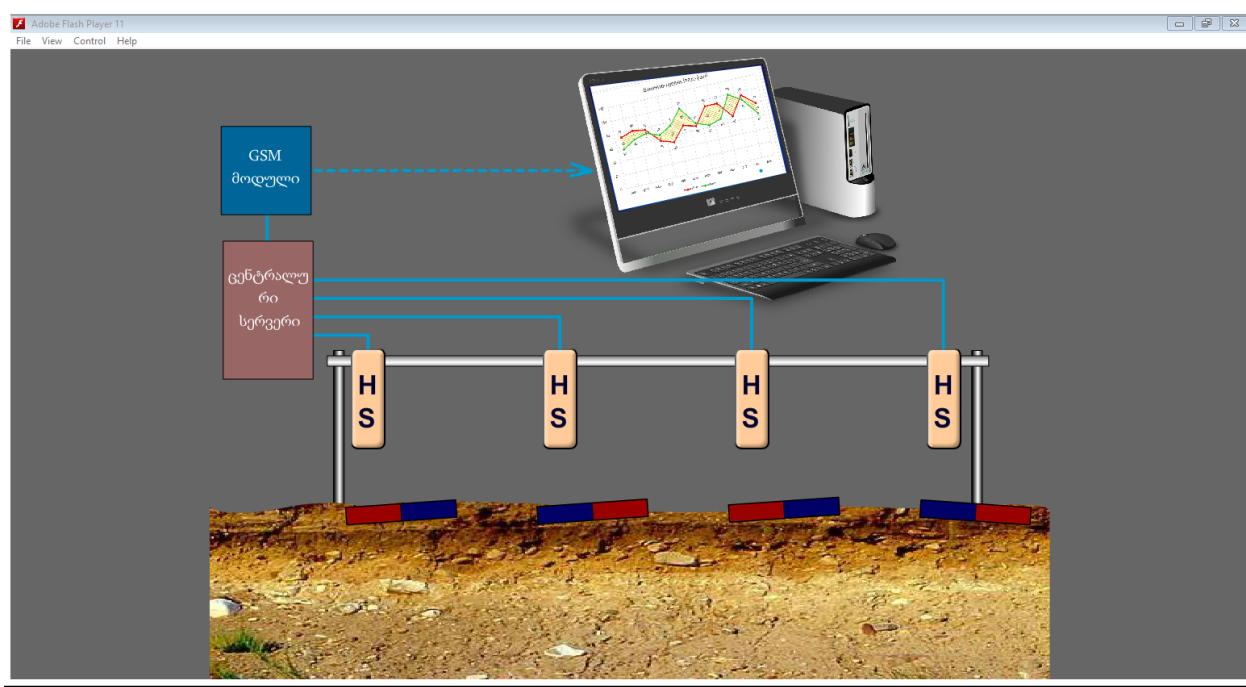
პროექტის ფარგლებში გამოყენებული იქნა გეოინფორმაციული სისტემები გეოინფორმაციული ტექნოლოგიები - გეოინფორმატიკის მიღწევათა პრაქტიკული გამოყენების მეთოდებისა და ხერხების ერთობლიობა სივრცითი მანიპულირების, წარმოდგენისა და ანალიზისათვის. გეოინფორმატიკის ცნებას, თავის მხრივ, სხვადასხვაგვარი (ე. ი. რთულად ორგანიზებულ) მონაცემების დიდ მოცულობათა შეგროვების, ორგანიზების, ეფექტიანი შენახვისა და ანალიზის მეთოდებსა და საშუალებებს უკავშირდება. გეოინფორმაციული ტექნოლოგიების სპეციფიკა ისაა, რომ შესაბამისი სისტემები განხილული უნდა იქნას როგორც სპეციფიკური პროგრამული უზრუნველყოფისა და სპეციალურად (საკმაოდ არატრადიციული სახით) ორგანიზებულ მონაცემთა ერთობლიობა. ამჟამად გის-ების გამოყენების სფეროთა რაოდენობა მუდმივად იზრდება. ამასთან, ყოველი კონკრეტული სფერო გის-ების გამოყენების თავისი სპეციფიკური მოთხოვნილებებით, პრაქტიკული გამოყენებისა და დანერგვის თავისებურებებით ხასიათდება. ჩამოვთვალოთ გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენების სფეროები:

- მიწის რესურსების მართვა, მიწის კადასტრები.
- განაწილებული საწარმოო ინფრასტრუქტურის ობიექტების განლაგების ინვენტარიზაცია, აღრიცხვა, დაგეგმვა და მართვა.
- დაპროექტება, საინჟინრო მიება, ქალაქმშენებლობისა და არქიტექტურის დაგეგმვა.
- თემატური კარტოგრაფირება ნებისმიერ სფეროში.
- სახმელეთო, აერო და ჰიდრონავიგაციური კარტოგრაფირება და სახმელეთო, საჰაერო და წყლის ტანსპორტის მართვა.
- დისტანციური ზონდირება.

- ბუნებრივი რესურსების მართვა და ბუნების დამცავი მოღვაწეობა.
- გადაზიდვების დაგეგმვა და მართვა (ლოგისტიკა);
- მარკეტინგი და ბაზრის ანალიზი.
- ტერიტორიების განვითარების მართვა და დაგეგმვა.
- უსაფრთხოება, სამხედრო საქმე,
- სოფლის მეურნეობა. [2]

ჩვენ გავამახვილეთ ყურადღება შენდეგ საკთხზე:

ადგილმდებარეობის რელიეფის ანალიზი. რელიეფის მოდელების გამოყენება საჭიროა შემდეგი პრობლემების გადაწყვეტის დროს: საგანგებო მდგომარეობათა ანალიზი (წყალშეკრების გამოთვლა, მოსული ნალექების მოცემული მნიშვნელობისთვის ან მოცემული სისქის ფენის მქონე თოვლის დნობის შემთხვევაში), გრუნტის გადაზიდვის დაგეგმვა (წასაღები/ამოსათხრელი ან მოსატანი/ჩასაყრელი ნიადაგის მოცულობის გამოთვლა), გეოლოგიური ამოცანები (მოცემული რელიეფის წარმოქმნის ისტორიის დადგენა) და ა.შ.



სურათი 11.5. მოწყობილობის დამონტაჟება მეწყერსაშიშ უბანზე

სურათზე წარმოდგენილია ჩვენს მიერ დამონტაჟებული მოწყობილობის მუშაობის პრინციპი, კერძოდ ნიადაგში მოთავსებულია მაგნიტი და ჰოლის სენსორები რომელთა რაოდენობა ამ ეტაპზე არსებული დასაფარი ზონიდან გამომდინარე შეადგენს 4 სენსორს და ეს ოთხი სენსორი I2C Communication პროტოკოლის საშუალებით უგზავნის ინფორმაციას სერვერს და სერვერი GSM მოდულის საშუალებით აგზავნის სამეთვალყურეო დაწესებულებაში სადაც პროგრამა ახდენს მიღებული მონაცემების ანალიზს და ანალიზის საფუძველზე უგზავნის შეტყობინებას მოსახლეობას მოსალოდნელი საფრთხის შესახებ.

მოწყობილობა მუშაობს მიკროკონტროლერის პროგრამული უზრუნველყოფით, ხოლო GSM სისტემისთვის და მიღებული მონაცემების ანალიზისთვის გამოყენებულია visual basic

გამოყენებული ლიტერატურა:

<https://sensore.com/>

<https://rsglobal.pl/index.php/ws/article/view/2274>

<https://journals.4science.ge/index.php/GS/article/view/2485>

Management and control system for landslide-prone areas

Abstract:

This article describes a system for managing and controlling landslide-prone areas. The article discusses the use of intelligent technologies in the context of information technologies and their importance. It also describes methods for landslide occurrence and detection, including inclinometric, geodetic, laser and fiber-optic systems. The article focuses on the problems of landslide-prone areas in Georgia and ways to solve them, including the creation of flexible early warning systems. It also discusses the use of geoinformation systems for monitoring landslide-prone areas.

The paper discusses in detail methods for landslide occurrence and detection, such as inclinometric measurements, geodetic methods, laser and fiber-optic systems. Special attention is paid to the shortcomings of existing systems, such as high cost and inflexibility, which arise from the diversity of the Georgian terrain. The system developed by the authors aims to create a flexible and low-cost early warning system that will allow for timely detection of natural hazards in critical areas of the country.

The resulting system includes measuring soil displacement, slope, and deformation using Hall sensors that send data to a central server using GPS technology. Data analysis is performed using special software, which allows users to individually and timely assess risks.

In addition, the paper emphasizes the importance of geoinformation technologies in the process of terrain analysis and monitoring of landslide-prone areas. The technologies used provide effective implementation in many areas, such as geological analysis, infrastructure management, and safety improvement.

The research has laid the foundation for the creation of an innovative system that is consistent with the geological and climatic specifics of Georgia, thereby significantly improving public safety and regional resilience.

Keywords: landslide-prone zones, management system, control system, landslide occurrence, landslide detection, early warning system, Hall sensor, Hall effect.



ვარდნის დროს სხეულის წონის ცვლილებაზე დაკვირვება პოტენციომეტრული სენსორით შექმნილი სისტემით

მარეხ მაზანაშვილი¹, თეიმურაზ ბერიკაშვილი², ტოლია კილასონია³

¹ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის დოქტორანტი, +995577091442, marekhi1978@gmail.com

² საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, berikashviliteimuraz08@gtu.ge

³ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის დოქტორანტი, +995577979481, tkilasonia1989@gmail.com

რეზიუმე

სენსორები თანამედროვე ტექნოლოგიების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ნაწილია, რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემების აღრიცხვას და გარდაქმნას ციფრულ სიგნალებად. აღნიშნული კვლევის ფარგლებში შეიქმნა ინოვაციური SMART დინამომეტრი, რომელიც გამოიყენება სხეულის ვარდნის პროცესში წონის ცვლილების შესასწავლად.

კვლევის მიზანი იყო ისეთი მოწყობილობის შექმნა, რომელიც ზუსტად მოახდენდა ვარდნის პროცესში ძალების, აჩქარებისა და ჰაერის წინააღმდეგობის ზემოქმედების ანალიზს. SMART დინამომეტრი აგებულია პოტენციომეტრიულ სენსორზე, რომელიც საშუალებას იძლევა, ვარდნის პროცესის რაოდენობრივი მონაცემების მიღებას და მათი ვიზუალიზაციას.

SMART დინამომეტრი შედგება ზამბარის, პოტენციომეტრის, მიკროკონტროლერისა და ბლუთუზის მოდულისაგან. პოტენციომეტრი გარდაქმნის ძალას ელექტრულ სიგნალად, რომელიც მიკროკონტროლერის დახმარებით დამუშავდება და ნიუტონებში გამოისახება. მონაცემები ვიზუალიზდება პროგრამა Visual Basic-ის მეშვეობით.

გარკვეული სიმაღლიდან SMART დინამომეტრის ვარდნის შედეგად მიღებული მონაცემები აჩვენებს, რომ სხეული ინერციის გამო პირველ ეტაპზე ინარჩუნებს წონას, ხოლო გარკვეული დროის შემდეგ ხდება წონის 0-ის ტოლი. ექსპერიმენტის შედეგების ვიზუალიზაცია წარმატებით მოხდა გრაფიკული სახით.

ამ კვლევამ აჩვენა, რომ SMART დინამომეტრის გამოყენება შესაძლებელია ფუნდამენტური და პრაქტიკული პრობლემების გადასაჭრელად, რაც მნიშვნელოვნად განაპირობებს მისი ფართო გამოყენების პერსპექტივებს.

საკვანძო სიტყვები: პოტენციომეტრი, დინამომეტრი, ვარდნა, მიკროკონტროლერი, ელექტრული სიგნალი, სენსორი, Smart დინამომეტრი.

ბოლო რამოდენიმე ათწლეულია, სულ უფრო ხშირად გვესმის სიტყვა სენსორი, რომელიც ტექნოლოგიების მიღწევის ერთ-ერთ მთავარ პროდუქტს წარმოადგენს. სენსორული მართვით აღჭურვილ ტექნიკას ახასიათებს მეტი მოქნილობა და სწორედ ამიტომ მომხმარებლის მხრიდან მეტ ინტერესს იწვევს.

სიტყვა სენსორი მომდინარეობს ინგლისური სიტყვიდან - sense, რომელიც ითარგმნება როგორც შეგრძნება/ გრძნობა. ადამიანს 5 გრძნობა გააჩნია, ესაა მხედველობა, სმენა, გემო, ყნოსვა და შეხება. სწორედ ამ 5 გრძნობით აღიქვამს ადამიანი მატერიალურ სამყაროს. ეს აღქმა მნიშვნელოვნად ინდივიდუალურია და დამოკიდებულია არაერთ ფაქტორზე. სწორედ ამიტომ ადამიანი ყოველთვის ისწრაფოდა შემოელო საზომი ერთეულები, გაზომვის ტექნოლოგია და ხელსაწყოები, რომლითაც ამა თუ იმ სიდიდის კონკრეტულ მნიშვნელობას დაადგენდა. ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად ვითარდებოდა გაზომვის ტექნოლოგიაც, იქმნებოდა საზომი მოწყობილობები მახასიათებლის მიხედვით.

სენსორი/ გარდამქმნელი არის ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრის (მნიშვნელობის) უშუალო გაზომვის საშუალება, რომელიც გარდაქმნის კონტროლირებად პარამეტრს (მნიშვნელობას) გაზომვად, ციფრულ, ელექტრულ სიგნალად.

სენსორების გამოყენების სფერო მრავალფეროვანია:

- მრეწველობა და ავტომატიზაცია;
- მეცნიერება და კვლევა;
- ელექტრონიკა და ჰკვიანი მოწყობილობები;
- ჯანდაცვა;
- ტრანსპორტი და ავტონომიური ტექნოლოგიები;
- გარემოს დაცვა და უსაფრთხოება;

ჩემი კვლევის მიზანს წარმოადგენს ახალი სენსორის SMART დინამომეტრი შეიქმნა, სხეულის ვარდნის პროცესში სხეულის წონის ცვლილებაზე დასაკვირვებლად. სხეულის ვარდნის კვლევა არის ფიზიკის ერთ-ერთი ფუნდამენტური ნაწილი, რომელსაც მრავალი პრაქტიკული და თეორიული მნიშვნელობა აქვს. ეს კვლევები მნიშვნელოვანია როგორც ბუნების კანონების შესწავლისთვის, ისე ტექნოლოგიური და ინჟინერული პრობლემების გადასაწყვეტად.

SMART დინამომეტრის დახმარებით შესაძლებელია:

- ვარდნის პროცესში ძალების, აჩქარებისა და მასის ურთიერთქმედების შესწავლა,
- გრავიტაციული აჩქარების ზუსტი გაზომვა სხვადასხვა გეოგრაფიულ ადგილას.
- ვარდნის დროს ჰაერის წინააღმდეგობის ზემოქმედების ანალიზი.
- პარაშუტებისა და საფრენ აპარატების დიზაინის გაუმჯობესება.
- დედამიწისგან მოშორებით სხეულის მოძრაობის პროგნოზირების მოდელების შემუშავება.
- სიმალლიდან ვარდნილი მასალების ზემოქმედების შესწავლა შენობებზე ან კონსტრუქციებზე.

- ადამიანის სხეულის მოძრაობის ანალიზი რეაბილიტაციის ან ეფექტური სპორტული ტექნიკისთვის.
- სამრეწველო პროცესებში, ვარდნილი ობიექტების ზუსტი მოძრაობის კონტროლი.

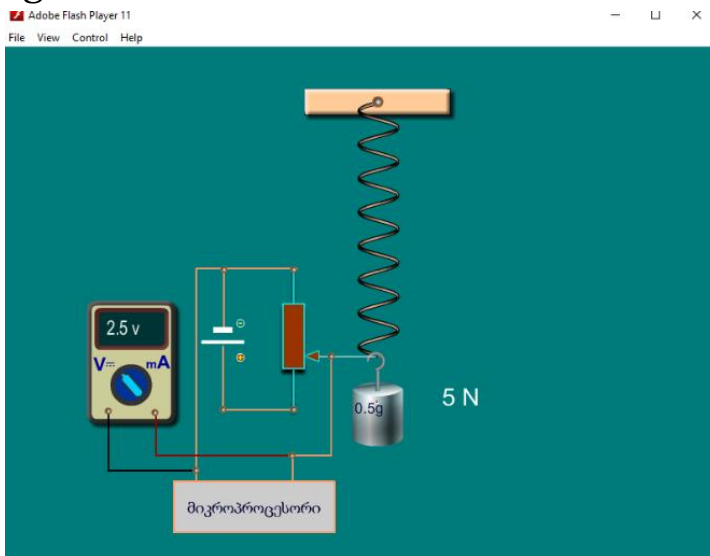
თუ დინამომეტრზე დაგვიდებთ ტვირთს, ჩამოვადებთ გარკვეული სიმალიდან და დავაკვირდებით ამ პროცესს, ვარდნის პროცესში დინამომეტრის ზამბარა შეიკუმშება, მაგრამ რამდენად სწორად შეგვიძლია შევაფასოთ თვალთ, რა მომენტში შეიკუმშა ზამბარა? პროცესი ძალიან სწრაფად მიმდინარეობს, ამიტომ საჭიროა ამ პროცესიდან რაოდენობრივი მონაცემების მიღება და ვიზუალიზაცია.

შესაბამისად, პრობლემის გამოკვეთასთან ერთად ჩნდება საკვლევი შეკითხვები:

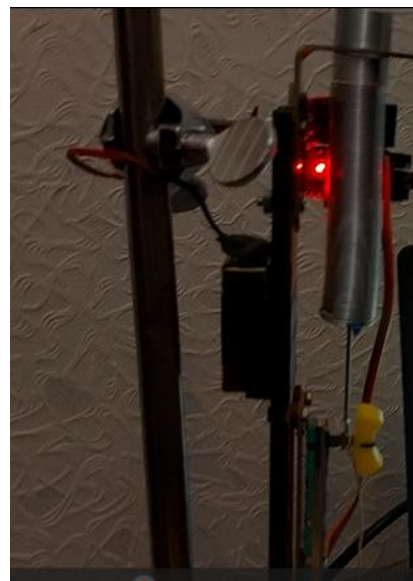
- რა ხერხით არის შესაძლებელი, ციფრული მონაცემების მიღება, რომელიც სხეულის წონის ცვლილების გვაჩვენებს.
- როგორ მოვახდინოთ ზამბარის დეფორმაციის ცვლილება დაფიქსირება და ვიზუალურად გამოსახვა?

აღნიშნული სენსორის SMART დინამომეტრის შექმნა მოხდა ომის კანონის და ჰუკის კანონის კომპლექსური გამოყენებით. შეიქმნა ჯერ ვირტუალურად (სურათი 1 ა, ბ), შემდეგ კი მატერიალური მოდელი.

სურათი 1.



ა)



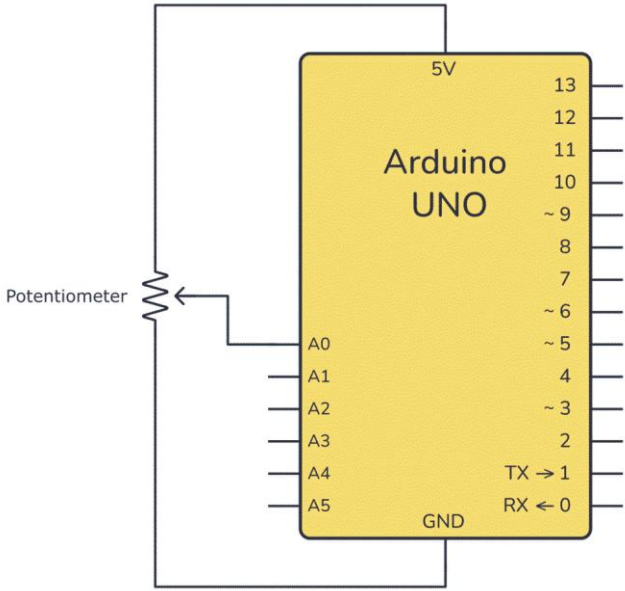
ბ)

აღნიშნული სისტემა შედგება ზამბარისაგან და ცვლადი წინააღობისაგან, პოტენციომეტრიდან.

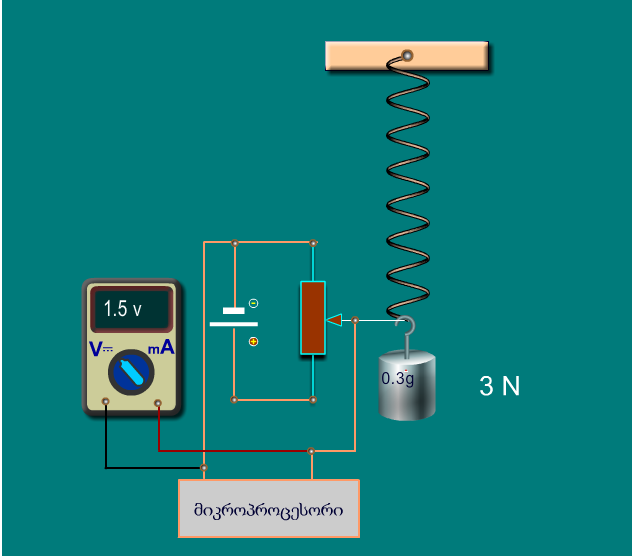
პოტენციომეტრიული სენსორები ფართოდ გამოიყენება ფიზიკური სიდიდის ელექტრულ სიგნალებად გარდასაქმნელად. პოტენციომეტრიული სენსორი ძირითადად არის რეოსტატი, მცოცავი კონტაქტით, რომელიც დაკავშირებულია ობიექტთან. სენსორიდან გამომავალი პარამეტრი არის ელექტრული წინააღობის მნიშვნელობით შეცვლილი პოტენციალთა სხვაობა, მცოცავი კონტაქტის მდებარეობასა და ნულს (GND)-ს შორის.

SMART დინამომეტრის შესაქმნელად გამოვიყენე წრფივი პოტენციომეტრი.

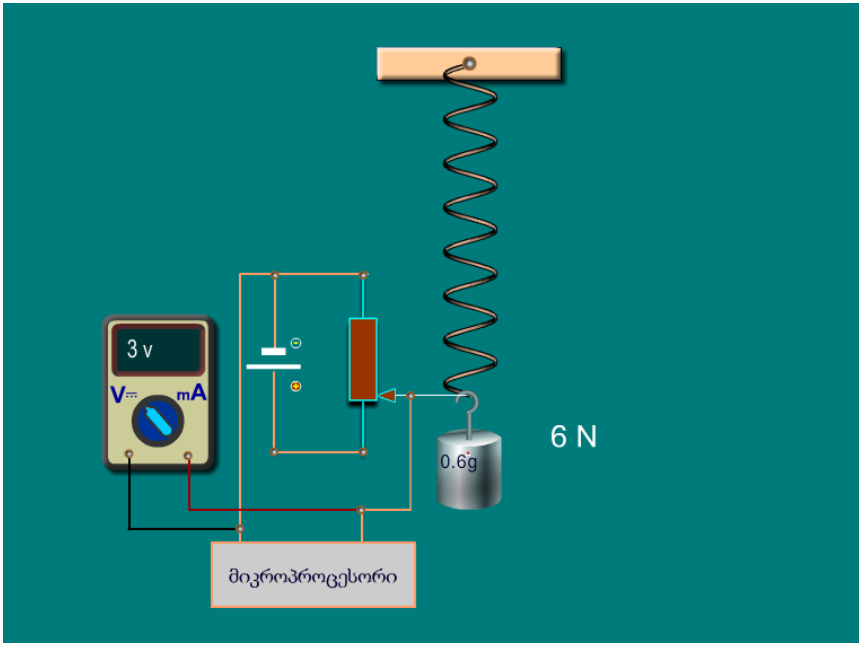
პოტენციომეტრის მცოცავი კონტაქტის გადაადგილება მასზე სხვადასხვა ტვირთის დაკიდებით, გადაადგილებისას იცვლება წინაღობა და შესაბამისად იცვლება მოდებული ძაბვა. მცოცავი კონტაქტიდან ინფორმაცია გადაეცემა მიკროკონტროლერის ანალოგ შესასვლელს, რომლის საშუალებითაც მიკროკონტროლერი ინფორმაციას იღებს ძაბვის ცვლილების შესახებ (სურ N2), მიღებულ ინფორმაციის დამუშავება ხდება პროგრამა Visual Basic-ის მეშვეობით, რომლის დახმარებითაც ხდება ინფორმაციის ვიზუალიზაცია. (სურ.3, 4);



სურ.N2.



სურ.N3



სურ.N4.

პროგრამულ ნაწილში გათვალისწინებულია პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელიც ძაბვის ცვლილების მნიშვნელობას ძალის ცვლილებასთან აკავშირებს. გარდაქმნილი ელექტროსიგნალი უკვე ნიუტონებში შეგვიძლია მივიღოთ მონიტორებზე.

პრინციპიალური სქემის შექმნის შემდეგი ეტაპი იყო ხელსაწყოს- SMART დინამომეტრის რეალურად აწყობა.

სენსორის შესაქმნელად გამოყენებული მასალები:

- ზამზარა,
- წრფივი პოტენციომეტრი;
- lcd მონიტორი;
- Arduino-ს დეველოპმენტის დაფა;
- კვების წყარო;
- ბლუთუზის მოდული;

დაიწერა პროგრამული კოდი visual basic-ში.სურ.N5

```
Private Sub interval_Timer()  
    n = n + 100  
  
    Combo1.AddItem n & " ms" & " " & (koreqcia) * 0.01 & " N"  
    rc = sndPlaySound(XmaMis(1), 1)  
End Sub  
  
Private Sub MSComm1_OnComm()  
    Dim TextI As String  
    TextI = TextI + MSComm1.Input  
    Text1.Text = TextI  
  
    Label1.Caption = Len(Text1.Text)  
  
    position = InStr(1, Text1.Text, "F")  
    On Error Resume Next  
    A0 = Left(Text1.Text, position - 1) 'certil-mzimis gareshe  
    Text2.Text = A0  
  
End Sub  
  
'minacemta analizi  
Private Sub AlalizTim_Timer()  
    Label2.Caption = Sashualo  
  
    koreqcia = A0 + VScroll1.Value  
  
    If Val(A0) < 3 Then koreqcia = 0  
  
    Label5.Caption = "P=0.1*(g-a)= " & (koreqcia) * 0.01 & " N"  
    If ufleba = True Then kx = kx + biji  
    ky = A0 + Sashualo  
    Ykord(kx) = ky  
    Picture1.PSet (kx, ky), QBColor(1)  
  
    mdore = mdore + (sichq - mdore) / 5  
  
    ' If kx > 970 Then kx = 0: Picture1.Cls  
    If kx > 970 Then ufleba = False: Interval.Enabled = False  
  
    If memY <> ky Then  
        Picture1.Line (kx - biji, memY)-(kx, ky), QBColor(1)
```

სურ. N5

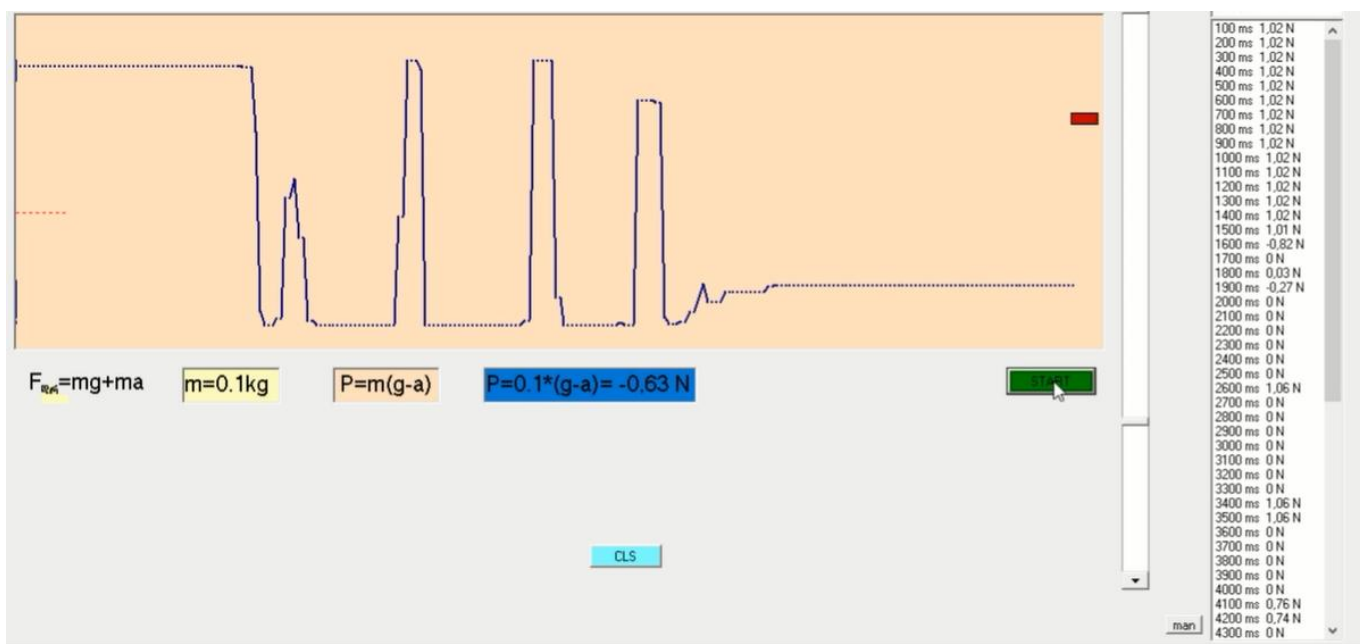
შექმნილი სენსორის - SMART დინამომეტრის მუშაობა შემოწმდა ექსპერიმენტულად.

ექსპერიმენტის მსვლელობა:

8 მეტრის სიმალიდან გადმოვაგდეთ SMART დინამომეტრი, მასზე დაკიდულ ტვირთით.სურ.N6 რომლის მასა იყო 100 გრამი. პროცესს დავაკვირდით ექსპერიმენტისთვის შექმნილ პროგრამაში;



სურ. N 6



სურ. N 7

სურ. N 7-ზე, მარჯვენა მხარეს წარმოდგენილია ექსპერიმენტის მიმდინარეობისას მიღებული მონაცემები. ვარდნის დაწყებისთანავე აჩქარება, როგორც მონაცემებზე ჩანს, მყისიერად არ ხდება g -ის ტოლი, სხეულის ინერციის გამო ინარჩუნებს ვარდნის დროს წონას 700 მილიწამის განმავლობაში. მონაცემების აღრიცხვა 100 მილიწამის ინტერვალით ხდება. როგორც გრაფიკზეც და რიცხვით მონაცემებში ჩანს სხეულის წონა ხდება 0-ის ტოლი, შემდეგ

სხეული დინამომეტრთან ისევ ზემოთ მოძრაობს, შემდეგ 500 მილიწამის მანძილზე ისევ 0 ხდება სხეულის წონა.

მონაცემთა გრაფიკი წარმოდგენილია პროგრამა visual basic-ში დაწერილი კოდის საშუალებით

ამგვარად, ვირტუალური მოდელის, პროგრამული კოდის და ალგორითმის საშუალებით შეიქმნა ხელსაწყო SMART დინამომეტრი, პოტენციომეტრის საშუალებით მოვახდინეთ ძალის ელექტრონულ სიგნალად გარდაქმნა. მიკროკონტროლერით მოხდა მიღებული სიგნალის დამუშავება და დაგრაფირება. შესაბამისად შევძელით ძნელად დაკვირვებადი პროცესის ვიზუალიზაცია, მონაცემების მიღება და ანალიზი.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Fraden, Jacob. *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*. 5th ed. Cham: Springer, 2016.
2. Abelashvili, N., Otkhзорia, N., Otkhзорia, V., & Akhlouri, E. (2024). Diagnosing the stability of large-scale processes using fractal structure analysis of time series. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3(4), 30–37. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240304.03>
3. Nona Otkhзорia, Vano Otkhзорia, & Shorena Khorava. (2022). Search for an extremum using the steepest descent method under the conditions of experimental errors. *World Science*, (2(74)). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022022/7785
4. Nona Otkhзорia, Nino Tsiklauri, Vano Otkhзорia. (2024) Selection of Mathematical Optimization Methods for Solving Engineering Practice Problems. *Georgian Scientists*, 6(2), 286–293. <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.02.30>

Monitoring body weight changes during a fall with a system created with a potentiometric sensor.

Abstract

Sensors are one of the most important parts of modern technology, which provides data recording and conversion into digital signals. Within the framework of this research, an innovative SMART dynamometer was created, which is used to study the change in weight of the body during the fall process.

The goal of the research was to create a device that would accurately analyze the effects of forces, acceleration and air resistance during the fall process. SMART dynamometer is built on a potentiometric sensor, which allows for the acquisition of quantitative data from the fall process and their visualization.

SMART dynamometer consists of a spring, potentiometer, microcontroller and Bluetooth module. The potentiometer converts the force into an electrical signal, which is processed by the microcontroller and displayed in Newtons. The data is visualized using the Visual Basic program.

The data obtained from the fall of the SMART dynamometer from a certain height show that the body retains its weight at the first stage due to inertia, and after a certain time the weight becomes equal to 0. The results of the experiment were successfully visualized in graphical form.

This study showed that the SMART dynamometer can be used to solve fundamental and practical problems, which significantly determines the prospects for its widespread use.

Keywords: potentiometer, dynamometer, drop, microcontroller, electrical signal, sensor, Smart dynamometer



რისკის შეფასების მოდელი ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორისათვის

კუჭაშვილი დათო, ჯღამაძე ნინო
საქართველოს უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

რისკი ადამიანის და ბიზნესის განუყოფელი ნაწილია. რისკის წყარო არის ნებისმიერი მოვლენა, რომლის შემთხვევაში კომპანია განიცდის ფინანსურ დანაკარგს, რომელმაც შესაძლოა გამოიწვიოს კომპანიის მსყიდველუნარიანობის შემცირება და ლიკვიდურობის რისკის ზრდა, რაც ნეგატიურად აისახება კომპანიის სტრატეგიულ მიზნებსა და ამოცანებზე.

ბიზნესისთვის კრიზისი ასოცირდება გაურკვეველ და მნიშვნელოვან მოვლენასთან, რომელიც საფრთხეს უქმნის ორგანიზაციის საოპერაციო, რეპუტაციულ და ფინანსურ სტაბილურობას და უარყოფითად აისახება კომპანიის უწყვეტ განვითარებაზე. კრიზისულ პერიოდში ბიზნესის ფუნქციონირებადობის პრინციპის დასაცავად მნიშვნელოვანია მენეჯმენტის მხრიდან სწრაფი და ეფექტური რეაგირების განხორციელება და რისკის მართვის მოდელის შემუშავება, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს რისკის მართვის პროცესის ეფექტური წარმართვა.

კრიზისულ პერიოდში, ბიზნესისთვის არასასურველი შედეგების დადგომა დაკავშირებულია შიდა და გარე რისკებთან. ქვეყნის გარე რისკები განაპირობებს კომპანიების შიდა რისკების ზრდას. კერძოდ, გაზრდილმა კონკურენციამ, ეკონომიკის ზრდის დაბალმა მაჩვენებელმა და გაუარესებულმა სოციალურმა მდგომარეობამ შეიძლება განაპირობოს ტრანსპორტირების, მომარაგების, საწარმოო და საოპერაციო რისკების ზრდა, რაც გამოიწვევს ბიზნესის ფუნქციონირებადობის პრინციპის კითხვის ნიშნის ქვეშ დაყენებას. კრიზისულ პერიოდში კომპანიების დიდ ნაწილს უჭირს რისკების სწორი მენეჯმენტი, რადგან რისკების მართვა მრავალსაფეხურიანი და რთული პროცესია.

რისკის მნიშვნელობის დონეს განსაზღვრავს ორი ძირითადი ფაქტორი:

1. რისკის დადგომის ალბათობა;
2. რისკის გავლენა, ანუ ნეგატიური შედეგის გავლენა კომპანიის მიზნებზე და ამოცანებზე.

ნაშრომში შემოთავაზებულია საქართველოში ალკოჰოლური სასმელების სექტორისათვის რისკების კატეგორიზაცია მათი დადგომის ალბათობის და გავლენის კომბინაციის გათვალისწინებით, ასევე მათი პრიორიტეტების მიხედვით და შემუშავებულია შეფასების რაოდენობრივი მეთოდი, მოყვანილია დასაშვები რისკიანობის შკალა.

შეფასებულია:

1. რისკები, რომელთა დადგომის ალბათობა და გავლენა მაღალია კომპანიის მიერ დასახულ მიზნებსა და ამოცანებზე. ისინი მიიჩნევა პრიორიტეტულ რისკებად და უნდა დაეთმოს დიდი ყურადღება;
2. რისკები, რომელთა დადგომის ალბათობა და გავლენა კომპანიის სტრატეგიულ მიზნებსა და ფუნქციონირებადობის პრინციპებზე მცირეა. ასეთი რისკები მიიჩნევა ნაკლებ პრიორიტეტულ რისკებად და მათ ნაკლები ყურადღება ეთმობა;
3. რისკები, რომელთა დადგომის ალბათობა მაღალია და გავლენა მცირეა და პირიქით, მოხდენის ალბათობა მცირეა და გავლენა მაღალი. მათი პრიორიტეტების რიგითობის განსაზღვრა უნდა ხორციელდებოდეს კომპანიის სტრატეგიული მიზნებიდან და ამოცანებიდან გამომდინარე.

საკვანძო სიტყვები: რისკის მართვა, ალკოჰოლური სასმელები, კოვიდ-19

შესავალი

ბიზნესის მიერ დასახული მიზნებისა და ამოცანების მისაღწევად მნიშვნელოვანია რისკის მართვის მოდელის შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს შესაბამისი ნეგატიური მოვლენების იდენტიფიცირებას და მათი დადგომის შემთხვევაში გავლენის შეფასებას. სტატიაში წარმოდგენილია ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორისთვის რისკის მართვის მოდელი, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია არსებითი განუსაზღვრელობების შედეგად წარმოქმნილი არსებითი რისკების ბიზნესის მიერ დასახულ მიზნებსა და ამოცანებზე გავლენის შეფასება. ამასთანავე, აღნიშნული მოდელი შესაძლებელს ხდის განხორციელდეს რისკის მართვის პრიორიტეტების განსაზღვრის მიზნით რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონის შეფასება კრიტერიუმებისა და ალგორითმების გამოყენებით.

რისკის მართვის მოდელის დაგეგმვის ეტაპები და რისკის შეფასების სისტემა

რისკის მართვის მოდელის დაგეგმვა განხორციელდა შემდეგი პროცედურების და რისკ ფაქტორების გათვალისწინებით:

1. არსებითი განუსაზღვრელობების იდენტიფიცირება. ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე იდენტიფიცირებულ იქნა არსებითი განუსაზღვრელობის შეფასების შემდეგი ინდიკატორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ კომპანიის ფუნქციონირებადობის პრინციპზე:
 - 1.1. ფინანსური მოვლენები;
 - 1.2. საოპერაციო მოვლენები;
 - 1.3. სხვა მოვლენები.

2. თითოეული მოვლენის რისკის დონის განსაზღვრის მიზნით შესაბამისი რისკ ფაქტორის განსაზღვრა. ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე თითოეული მოვლენისთვის იდენტიფიცირებულ იქნა რისკ ფაქტორის განსაზღვრის შემდეგი კრიტერიუმები:

2.1. ფინანსური მოვლენები:

2.1.1. ლიკვიდურობის შეფასება მოკლევადიან პერიოდში;

2.1.2. სწრაფი ლიკვიდურობის შეფასება;

2.1.3. სასაქონლო მარაგების ბრუნვა;

2.1.4. დებიტორული დავალიანების მდგომარეობა;

2.1.5. სესხის გადახდისუნარიანობა;

2.1.6. დაფინანსების წყაროების დინამიკები;

2.1.7. კრედიტორების მხრიდან ფინანსური მხარდაჭერის შეწყვეტის ნიშნები;

2.1.8. საოპერაციო საქმიანობასთან დაკავშირებული ფულადი სახსრების უარყოფითი ნაკადები;

2.1.9. მნიშვნელოვანი საოპერაციო ზარალი, ან შემოსავლების მიღებისათვის განკუთვნილი აქტივების ღირებულების მკვეთრი გაუფასურება;

2.1.10. დივიდენდების გაცემის ვადის გადაცილება ან გაცემის შეწყვეტა;

2.1.11. მოგების მარჟა.

2.2. საოპერაციო მოვლენები:

2.2.1. საერთაშორისო ბაზრებზე დამოკიდებულების ხარისხი;

2.2.2. რუსეთის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი;

2.2.3. უკრაინის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი;

2.2.4. ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა;

2.2.5. ძირითადი ნედლეულის მომწოდებლის ან ლიცენზიის დაკარგვა;

2.2.6. კონკურენტის გამოჩენის საფრთხე.

2.3. სხვა მოვლენები:

2.3.1. კომპანიის მიმართ აღძრული სასამართლო პროცესი;

2.3.2. ცვლილებები კანონში ან სახელმწიფო პოლიტიკაში, რაც სავარაუდოდ ნეგატიურ გავლენას იქონიებს ბიზნესზე;

2.3.3. სტიქიური უბედურებების არასაკმარისი დაფარვა დაზღვევით.

3. რისკ ფაქტორის განსაზღვრული კრიტერიუმის მნიშვნელობის დონის დადგენის მიზნით შერჩეულ რისკ ფაქტორებისთვის არსებობის წონის მინიჭება; ჯამში ყველა რისკ ფაქტორის შეფასების კრიტერიუმების არსებობის წონის ჯამი უნდა უდრიდეს 100%.
4. თითოეული რისკ ფაქტორისთვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა განისაზღვრა 3 ქულიანი სისტემით, საიდანაც:
 - 4.1. 1 ქულა დაბალ რისკიანი;
 - 4.2. 2 ქულა ზომიერ რისკიანი;
 - 4.3. 3 ქულა მაღალ რისკიანი.
5. თითოეული რისკ ფაქტორის განსაზღვრული კრიტერიუმის არსებობის წონა მრავლდება თითოეული რისკ ფაქტორის რისკის კოეფიციენტის მნიშვნელობის დონეზე, რაც უდრის შეწონის კოეფიციენტს. რაც უფრო ახლოს იქნება შეწონის კოეფიციენტი ერთთან, მით უფრო ნაკლებ რისკიანია თითოეული რისკ ფაქტორის გავლენა ბიზნეს საქმიანობაზე და პირიქით.
6. რისკის მართვის მოდელის მატრიცის აგება - განისაზღვრა მთლიანი ბიზნესის და თითოეული რისკ ფაქტორის შეფასების კრიტერიუმის არსებობის და რისკიანობის დონის გავლენა ფუნქციონირებადობის პრინციპზე.

რისკის მართვის მოდელის საბოლოო ეტაპზე ხორციელდება თითოეული რისკ ფაქტორის შეწონის კოეფიციენტის დაჯამება. თუ:

- ჯამი 1-ზე ნაკლებია, ბიზნესი ნაკლებ რისკიანია და ფუნქციონირებადობის პრინციპს საფრთხე არ ემუქრება;
- ჯამი 1-დან 2-მდეა, ბიზნესი საშუალო რისკიანი და ფუნქციონირებადობის პრინციპს საფრთხე მოკლევადიან პერიოდში არ ემუქრება;
- ჯამი 2-დან 3-მდეა, ბიზნესი მაღალ რისკიანი და ფუნქციონირებადობის პრინციპი რისკის ქვეშაა.

რისკ ფაქტორების შერჩევა და შეფასება

ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე, რისკის დონის შეფასებისას კრიტერიუმებად გამოყენებულ იქნა 20 რისკ ფაქტორი (ჰოფკინი, 2021, ჰორნგრენი 2006, ჭილაძე, 2018). კომპანიის ფუნქციონირებადობის რისკის დონის განსაზღვრის მიზნით, ფოკუსს ჯგუფების გამოყენების საფუძველზე, თითოეულ შერჩეულ რისკის ფაქტორების კრიტერიუმებს მიენიჭა არსებობის წონის პროცენტული მაჩვენებელი, რომელთა ჯამმა შეადგინა 100%:

ცხრილი 1. რისკ ფაქტორების შეფასების კრიტერიუმები (არსებობის წონები)

N	რისკ ფაქტორების შეფასების კრიტერიუმები:	
	ფინანსური მოვლენები:	50%
1	ლიკვიდურობა მოკლევადიან პერიოდში	7%
2	სწრაფი ლიკვიდურობა	7%
3	სასაქონლო მარაგების ბრუნვა	4%
4	დებიტორული დავალიანების მაჩვენებელი	4%

5	სესხის გადახდისუნარიანობა	5%
6	დაფინანსების წყაროების დინამიკები	5%
7	კრედიტორების მხრიდან ფინანსური მხარდაჭერის შეწყვეტის ნიშნები	4%
8	საოპერაციო საქმიანობასთან დაკავშირებული ფულადი სახსრების ნაკადები	3%
9	შემოსავლების მიღებისათვის განკუთვნილი აქტივების ღირებულების ცვლილება	2%
10	დივიდენდების გაცემის ვადის გადაცილება ან გაცემის შეწყვეტა	2%
11	მოგების მარჟა	7%
	<i>საოპერაციო მოვლენები</i>	<i>40%</i>
12	საერთაშორისო ბაზრებზე დამოკიდებულების ხარისხი	7%
13	რუსეთის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი	8%
14	უკრაინის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი	5%
15	ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა	8%
16	ძირითადი ნედლეული მომწოდებლის ან ლიცენზიის დაკარგვა	8%
17	კონკურენტის გამოჩენის საფრთხე	4%
	<i>სხვა მოვლენები</i>	<i>10%</i>
18	კომპანიის მიმართ აღძრული სასამართლო პროცესი	5%
19	ცვლილებები კანონში ან სახელმწიფო პოლიტიკაში, რაც სავარაუდოდ ნეგატიურ გავლენას იქონიებს ბიზნესზე	3%
20	სტიქიური უბედურობების არასაკმარისი დაფარვა დაზღვევით	2%
	<i>სულ</i>	<i>100%</i>

კვლევის მომდევნო ეტაპზე განხორციელდა კოეფიციენტების 3 ქულიანი სისტემის შერჩევა და თითოეული რისკ ფაქტორისათვის განისაზღვრა კოეფიციენტის მნიშვნელობის დონე:

1. ლიკვიდურობა მოკლევადიან პერიოდში

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ერთი ან ერთზე მეტი	0,6-0,9	0,1-0,5

2. სწრაფი ლიკვიდურობის კოეფიციენტი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ერთი ან ერთზე მეტი	0,6-0,9	0,1-0,5

3. სასაქონლო მარაგების ბრუნვა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ერთი ან ერთზე მეტი	0,6-0,9	0,1-0,5

(საშუალოდ 360 დღეში ან უფრო სწრაფად ყიდის მარაგებს)	(საშუალოდ 400-600 დღეში ყიდის მარაგებს)	(საშუალოდ 720-3600 დღეში ყიდის მარაგებს)
---	---	--

4. დებიტორული დავალიანების მაჩვენებელი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ერთი ან ერთზე მეტი (360 დღეში ან უფრო სწრაფად ეფარება დებიტორი)	0,6-0,9 (საშუალოდ 400-600 დღეში ეფარება დებიტორი)	0,1-0,5 (საშუალოდ 720-3600 დღეში ეფარება დებიტორი)

5. სესხის გადახდისუნარიანობა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
1%-20% (აქტივების 1%-20% დაფინანსებულია სესხით)	21%-50% (აქტივების 21%-50% დაფინანსებულია სესხით)	51%-100% (აქტივების 51%-100% დაფინანსებულია სესხით)

6. დაფინანსების წყაროების დინამიკები

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
დაფინანსების წყაროებში საკუთარი კაპიტალის ხვედრითი წილი აღემატება ვალდებულებების ხვედრით წილს	დაფინანსების წყაროებში საკუთარი კაპიტალის ხვედრითი წილი ტოლია ვალდებულებების ხვედრით წილისა	დაფინანსების წყაროებში საკუთარი კაპიტალის ხვედრითი წილი ნაკლებია ვალდებულებების ხვედრით წილზე

7. კრედიტორების მხრიდან ფინანსური მხარდაჭერის შეწყვეტის ნიშნები

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ შეინიშნება ფინანსური მხარდაჭერის შეწყვეტის ნიშნები	კომპანიის მიერ დაფინანსების მოძიება გართულებულია, თუმცა შესაძლებელი	შეინიშნება კრედიტორების მხრიდან ფინანსური მხარდაჭერის შეწყვეტა

8. საოპერაციო საქმიანობასთან დაკავშირებული ფულადი სახსრების ნაკადები

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ბიზნესის ძირითად შემოსავლების მომტან საქმიანობასთან დაკავშირებული შემოსავალი მეტია გასულ ფულად სახსრებზე	ბიზნესის ძირითად შემოსავლების მომტან საქმიანობასთან დაკავშირებული შემოსავალი ტოლია გასულ ფულად სახსრებზე	ბიზნესის ძირითად შემოსავლების მომტან საქმიანობასთან დაკავშირებული

		შემოსავალი ნაკლებია გასულ ფულად სახსრებზე
--	--	--

9. შემოსავლების მიღებისათვის განკუთვნილი აქტივების ღირებულების ცვლილება
(პროცენტული მაჩვენებლების განსაზღვრა დამოკიდებულია სექტორის თვისებებზე)

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ განხორციელებულა აქტივების გაუფასურება	აქტივები გაუფასურდა უმნიშვნელოდ (1%-10%)	შეინიშნება აქტივების გაუფასურების მკვეთრი ზრდა (11%>)

10. დივიდენდების გაცემის ვადის გადაცილება ან გაცემის შეწყვეტა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ განხორციელებულა დივიდენდების გაცემის შეწყვეტა	განხორციელდა დივიდენდების ვადის გადაცილება	განხორციელდა დივიდენდების შეწყვეტა

11. მოგების მარჟა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
20% > ყოველი გაყიდული 100 ლარის ღირებულების პროდუქტი ბიზნეს უტოვებს 20 ლარს და მეტს	10%-20% ყოველი გაყიდული 100 ლარის ღირებულების პროდუქტი ბიზნეს უტოვებს 10 ლარიდან 20 ლარამდე	0%-9% ყოველი გაყიდული 100 ლარის ღირებულების პროდუქტი ბიზნეს უტოვებს 9 ლარს და ნაკლებს

12. საერთაშორისო ბაზრებზე დამოკიდებულების ხარისხი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ბიზნეს გააჩნია დივერსიფიცირებული საექსპორტო ბაზრები	პროდუქტის რეალიზაცია ხორციელდება ადგილობრივ ბაზარზე, თუმცა საექსპორტო ბაზრები არ არის დივერსიფიცირებული	პროდუქტის რეალიზაცია ხორციელდება მხოლოდ ადგილობრივ ბაზარზე

13. რუსეთის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა

1%-29% (ექსპორტის 1%-29%-მდე მოდის რუსეთის ბაზარზე)	30%-49% (ექსპორტის 30%-49%-მდე მოდის რუსეთის ბაზარზე)	50% და მეტი (ექსპორტის 50%-ი და მეტი მოდის რუსეთის ბაზარზე)
---	---	---

14. უკრაინის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
1%-9% (ექსპორტის 1%-9%-მდე მოდის უკრაინის ბაზარზე)	10%-29% (ექსპორტის 10%-29%-მდე მოდის უკრაინის ბაზარზე)	30% და მეტი (ექსპორტის 30%-ი და მეტი მოდის უკრაინის ბაზარზე)

15. ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ განხორციელებულა ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა	განხორციელდა არა ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა	განხორციელდა სტრატეგიულად მნიშვნელოვანი ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა

16. ძირითადი ნედლეულის მომწოდებლის ან ლიცენზიის დაკარგვა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ა) ბიზნესი მიმართავს ვერტიკალური ინტეგრაციის სტრატეგიას ბ) ბიზნესის მიერ არ განხორციელებულა ლიცენზიის დაკარგვა	ბიზნესი მიმართავს ჰორიზონტალური ინტეგრაციის სტრატეგიას, გამოვლინდა საწარმოოდ საჭირო ნედლეულის მოწოდების ხარვეზები.	ბიზნესი იყენებს ჰორიზონტალური ინტეგრაციის სტრატეგიას და დაკარგა ძირითადი მომწოდებელი და ლიცენზია

17. კონკურენტის გამოჩენის საფრთხე

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ბაზარი იზრდება მოთხოვნის ზრდის ხარჯზე	ბაზარზე არ შეინიშნება მოთხოვნის ზრდა	ბაზარი მცირდება მოთხოვნის კლების გამო

18. კომპანიის მიმართ აღძრული სასამართლო პროცესი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
--------	--------	--------

კომპანიის მიმართ არ არის აღძრული სასამართლო პროცესი	კომპანიის მიმართ აღძრულია სასამართლო პროცესი, თუმცა არ განხორციელებულა ჯარიმის დაკისრება	კომპანიის მიმართ აღძრული სასამართლო პროცესი და დაეკისრა დიდი რაოდენობის ჯარიმის გადახდა
---	--	---

19. ცვლილებები კანონში ან სახელმწიფო პოლიტიკაში, რაც სავარაუდოთ ნეგატიურ გავლენას იქონიებს ბიზნესზე

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ განხორციელებულა ცვლილებები კანონში ან სახელმწიფო პოლიტიკაში, რაც ნეგატიურ გავლენას მოახდენდა ბიზნესზე	განხორციელდა ცვლილებები კანონში და სახელმწიფო პოლიტიკაში, რამაც უმნიშვნელო გავლენა მოახდინა ბიზნესზე	განხორციელდა ცვლილებები კანონში ან სახელმწიფო პოლიტიკაში, რამაც ნეგატიურ გავლენა მოახდინა ბიზნესზე

20. სტიქიური უბედურებების არასაკმარისი დაფარვა დაზღვევით

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ ქონია ადგილი სტიქიურ უბედურებას	ადგილი ჰქონდა სტიქიურ მოვლენებს რამაც განაპირობა მოწოდების ხაზის შეფერხება, თუმცა განხორციელდა სტიქიური მოვლენების შედეგად წარმოქმნილი ხარჯების დაფარვა დაზღვევის მიერ	ა) ადგილი ჰქონდა სტიქიურ მოვლენებს რამაც განაპირობა მოწოდების ხაზის შეფერხება; ბ) არ იყო დაზღვევის მექანიზმი გამოყენებული

რისკის მართვის მოდელის აგება სს „თბილღვინოს“ მაგალითზე

რისკის მართვის მოდელის ასაგებად გამოყენებულ იქნა სს „თბილღვინოს“ 2020 წლის ფინანსური ანგარიშგება (<https://reportal.ge/ka/Reports/GetFile/31847>). 2020 წლის ფინანსური ანგარიშგების შერჩევა განხორციელდა იქედან გამომდინარე, რომ პანდემიის თვალსაჩინო ეფექტი ამ წელს გამოვლინდა. შესაბამისად, აღნიშნული მოდელის გამოყენებამ შესაძლებელი გახადა ისეთი რისკების იდენტიფიცირება, რომლებიც გავლენას ახდენდნენ სს „თბილღვინოს“ ფუნქციონირებადობის პრინციპზე.

სს „თბილღვინოს“ მაგალითზე თითოეული რისკ ფაქტორისათვის განისაზღვრა კოეფიციენტის მნიშვნელობის დონე (თანხები მოცემულია ათას ლარში):

1. ლიკვიდურობა მოკლევადიან პერიოდში

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ერთი ან ერთზე მეტი	0,6-0,9	0,1-0,5

სს „თბილღვინოს“ ლიკვიდურობა მოკლევადიან პერიოდში = $37765/17619= 2,14$. შესაბამისად, პანდემიის დაწყებიდან ერთ წელიწადში მას შესწევდა უნარი დაეფარა მიმდინარე ვალდებულებები მიმდინარე აქტივებით. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ლიკვიდურობა მოკლევადიან პერიოდში შეფასდა 1 ქულით.

2. სწრაფი ლიკვიდურობის კოეფიციენტი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ერთი ან ერთზე მეტი	0,6-0,9	0,1-0,5

სწრაფი ლიკვიდურობის კოეფიციენტი = $(4701+8175)/17619=0.73$. სწრაფი ლიკვიდურობის კოეფიციენტი შეფასდა 2 ქულით.

3. სასაქონლო მარაგების ბრუნვა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ერთი ან ერთზე მეტი (საშუალოდ 360 დღეში ან უფრო სწრაფად ყიდის მარაგებს)	0,6-0,9 (საშუალოდ 400-600 დღეში ყიდის მარაგებს)	0,1-0,5 (საშუალოდ 720-3600 დღეში ყიდის მარაგებს)

მარაგების საშუალო რაოდენობა = $(24889+20007)/2= 22448$; მარაგების ბრუნვის კოეფიციენტი = $19707/22448=0.87$ და $360/0.87=414$ დღეში, პანდემიის დაწყებიდან ერთ წელიწადზე მეტ დროში, ყიდიდა მარაგებს. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 2 ქულით.

4. დებიტორული დავალიანების მაჩვენებელი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ერთი ან ერთზე მეტი (360 დღეში ან უფრო სწრაფად ეფარება დებიტორი)	0,6-0,9 (400-600 დღეში ეფარება საშუალოდ დებიტორი)	0,1-0,5 (720-3600 დღეში ეფარება საშუალოდ დებიტორი)

საშუალო დებიტორული დავალიანება = $(8175+8785)/2=8480$. დებიტორული ბრუნვის კოეფიციენტი = $39132/8480=4.6$. პანდემიის დაწყებიდან ერთ წელიწადში დებიტორი სს „თბილღვინოს“ ეფარება $360/4.6=78.2$ დღეში. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 1 ქულით.

5. სესხის გადახდისუნარიანობა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
1%-20%	21%-50%	51%-100%

(აქტივების 1%-20%-მდე დაფინანსებულია სესხით)	(აქტივების 21%-50%-მდე დაფინანსებულია სესხით)	(აქტივების 51%-100%-მდე დაფინანსებულია სესხით)
--	---	--

ვალდებულებების ფარდობა საკუთარ აქტივებთან $(9512+17619)/70621=0,38=38.4\%$. პანდემიის დაწყებიდან ერთ წელიწადში სს „თბილღვინოს“ აქტივების 38.4% იყო დაფინანსებული ვალდებულებით. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 2 ქულით.

6. დაფინანსების წყაროების დინამიკები

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
დაფინანსების წყაროებში საკუთარი კაპიტალის ხვედრითი წილი ალემატება ვალდებულებების ხვედრით წილს	დაფინანსების წყაროებში საკუთარი კაპიტალის ხვედრითი წილი ტოლია ვალდებულებების ხვედრით წილისა	დაფინანსების წყაროებში საკუთარი კაპიტალის ხვედრითი წილი ნაკლებია ვალდებულებების ხვედრით წილზე

დაფინანსების წყაროებში საკუთარი კაპიტალის ხვედრითი წილი = 61.5%-ს, ხოლო ვალდებულებების 38.5%. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 1 ქულით.

7. კრედიტორების მხრიდან ფინანსური მხარდაჭერის შეწყვეტის ნიშნები

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ შეინიშნება ფინანსური მხარდაჭერის შეწყვეტის ნიშნები	კომპანიის მიერ დაფინანსების მოძიება გართულებულია, თუმცა შესაძლებელი	შეინიშნება კრედიტორების მხრიდან ფინანსური მხარდაჭერის შეწყვეტა

კომპანიის მიერ დაფინანსების მოძიება იყო გართულებული, თუმცა შესაძლებელი. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 2 ქულით.

8. საოპერაციო საქმიანობასთან დაკავშირებული ფულადი სახსრების ნაკადები

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ბიზნესის ძირითად შემოსავლების მომტან საქმიანობასთან დაკავშირებული შემოსავალი მეტია გასულ ფულად სახსრებზე	ბიზნესის ძირითად შემოსავლების მომტან საქმიანობასთან დაკავშირებული შემოსავალი ტოლია გასულ ფულად სახსრებზე	ბიზნესის ძირითად შემოსავლების მომტან საქმიანობასთან დაკავშირებული შემოსავალი ნაკლებია გასულ ფულად სახსრებზე

სს „თბილღვინოს“ საოპერაციო საქმიანობით წარმოქმნილი წმინდა ფულადმა სახსრებმა შეადგინა 8847, რის გამოც აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 1 ქულით.

9. შემოსავლების მიღებისათვის განკუთვნილი აქტივების ღირებულების ცვლილება (პროცენტული მაჩვენებლების განსაზღვრა დამოკიდებულია სექტორის თვისებებზე)

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ განხორციელებულა აქტივების გაუფასურება	აქტივები გაუფასურდა უმნიშვნელოდ (1%-10%)	შეინიშნება აქტივების გაუფასურების მკვეთრი ზრდა (11%>)

აქტივები გაუფასურდა უმნიშვნელოდ. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 2 ქულით.

10. დივიდენდების გაცემის ვადის გადაცილება ან გაცემის შეწყვეტა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
დივიდენდების გაცემა არ შეწყვეტილა	განხორციელდა დივიდენდების ვადის გადაცილება	დივიდენდების გაცემა შეწყდა

არ შეწყვეტილა დივიდენდების გაცემა. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 1 ქულით.

11. მოგების მარჟა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
20% > ყოველი გაყიდული 100 ლარის ღირებულების პროდუქტი ბიზნესს უტოვებს 20 ლარს და მეტს	10%-20% ყოველი გაყიდული 100 ლარის ღირებულების პროდუქტი ბიზნესს უტოვებს 10 ლარიდან 20 ლარამდე	0%-9% ყოველი გაყიდული 100 ლარის ღირებულების პროდუქტი ბიზნესს უტოვებს 9 ლარს ან ნაკლებს

შემოსავალი რეალიზაციიდან=39132. საერთო მოგება=19425.

მოგების მარჟა=49.6 %. პანდემიის დაწყებიდან ერთ წელიწადში სს „თბილღვინოს“ გაყიდული ყოველი 100 ლარიდან რჩებოდა მოგების სახით 49.6 ლარი. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 1 ქულით.

12. საერთაშორისო ბაზრებზე დამოკიდებულების ხარისხი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
--------	--------	--------

ბიზნეს გააჩნია დივერსიფიცირებული საექსპორტო ბაზრები	პროდუქტის რეალიზაცია ხორციელდება ადგილობრივ ბაზარზე და საექსპორტო ბაზრები არ არის დივერსიფიცირებული	პროდუქტის რეალიზაცია ხორციელდება მხოლოდ ადგილობრივ ბაზარზე
---	---	--

პანდემიის დაწყებიდან ერთ წელიწადში სს „თბილვეინოს“ შემოსავალმა რეალიზაციიდან შეადგინა 39132, საიდანაც ადგილობრივი ბაზრის გაყიდვების მოცულობამ შეადგინა 6468 (17%), ხოლო საქართველოს ფარგლებს გარეთ გაყიდვებმა 32664 (83%). აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 2 ქულით.

13. რუსეთის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
1%-29% (ექსპორტის 1%-29% მოდის რუსეთის ბაზარზე)	30%-49% (ექსპორტის 30%-49% მოდის რუსეთის ბაზარზე)	50% და მეტი (ექსპორტის 50% და მეტი მოდის რუსეთის ბაზარზე)

ექსპორტის 50% და მეტი მოდის რუსეთის ბაზარზე. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 3 ქულით.

14. უკრაინის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
1%-9% (ექსპორტის 1%-9% მოდის უკრაინის ბაზარზე)	10%-29% (ექსპორტის 10%-29% მოდის უკრაინის ბაზარზე)	30% და მეტი (ექსპორტის 30% და მეტი მოდის უკრაინის ბაზარზე)

ექსპორტის 10%-29% მოდის უკრაინის ბაზარზე. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 2 ქულით.

15. ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ მომხდარა ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა	მოხდა არაძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა	მოხდა სტრატეგიულად მნიშვნელოვანი ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა

არ მომხდარა ძირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 1 ქულით.

16. ძირითადი ნედლეულის მომწოდებლის ან ლიცენზიის დაკარგვა

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ა) ბიზნესი მიმართავს ვერტიკალური ინტეგრაციის სტრატეგიას	ბიზნესი მიმართავს ჰორიზონტალური ინტეგრაციის სტრატეგიას,	ბიზნესი იყენებს ჰორიზონტალური ინტეგრაციის სტრატეგიას და დაკარგა
ბ) ბიზნესის მიერ არ განხორციელებულა ლიცენზიის დაკარგვა	გამოვლინდა საწარმოოდ საჭირო ნედლეულის მოწოდების ხარვეზები.	ძირითადი მომწოდებელი და ლიცენზია

სს „თბილღვინო“ ფლობს ქარხნებს თბილისსა და ყვარელში, რომელთა საწარმოო სიმძლავრე შეადგენს 8,3 მლნ. ლიტრს წელიწადში. კომპანიამ 2020 წლის I-IX თვეებში გაზარდა ყვარელში საწარმოო სიმძლავრეები 1104 ათასი ლიტრით, მოხდა ძირითადი და საბრუნავი საშუალებების მოდერნიზაცია პროდუქციისთვის საჭირო ნედლეულის ნაწილი მიიღება გურჯაანის და ყვარლის რაიონებში მდებარე საკუთარი 298 ჰექტარი ვენახებიდან. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 1 ქულით.

17. კონკურენტის გამოჩენის საფრთხე (პორტერი, 1980; ჩერუნილამ, 2017)

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
ბაზარი იზრდება მოთხოვნის ზრდის ხარჯზე	ბაზარზე არ შეინიშნება მოთხოვნის ზრდა	ბაზარი მცირდება მოთხოვნის კლების გამო

პანდემიის ფონზე ბაზარზე არ შეინიშნება მოთხოვნის ზრდა. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 2 ქულით.

18. კომპანიის მიმართ აღძრული სასამართლო პროცესი

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
კომპანიის მიმართ არ არის აღძრული სასამართლო პროცესი	კომპანიის მიმართ აღძრულია სასამართლო პროცესი, თუმცა არ განხორციელებულა ჯარიმის დაკისრება	კომპანიის მიმართ აღძრული სასამართლო პროცესი და დაეკისრა დიდი რაოდენობის ჯარიმის გადახდა

2012 წლიდან გურჯაანის რაიონული სასამართლოს წარმოებაშია სამოქალაქო საქმე შპს „XX“-ის სარჩელის გამო სს „თბილღვინო“-ს მიმართ, ნარდობის ხელშეკრულებიდან გამომდინარე თანხის დაკისრების მოთხოვნით და სს „თბილღვინო“-ს შეგებებული სარჩელი შპს „XX“-ის მიმართ, ზიანის ანაზღაურების მოთხოვნით. ამავე სასამართლოს წარმოებაშია შპს „XX“-ის ადმინისტრაციული სარჩელი, რომლითაც მოთხოვნილია სს „თბილღვინო“-ს კუთვნილი

ღვინის ქარხნის ექსპლუატაციაში მიღების შესახებ ინდივიდუალური ადმინისტრაციულ-სამართლებრივი აქტის ბათილად ცნობა. სამოქალაქო დავაზე საქმის წარმოება შეჩერებულია ადმინისტრაციული დავის გადაწყვეტამდე, რომელზეც თავის მხრივ სხდომები 2018 წლის შემდეგ არ ჩანიშნულა. შესაბამისად საქმის წარმოება არც სამოქალაქო და არც ადმინისტრაციულ დავაზე დასრულებული არ არის. კომპანია არ მოელის ამ სასამართლო დავებიდან რაიმე სახის ნეგატიურ შედეგს, რის გამოც ფინანსურ ანგარიშგებაში არ არის აღიარებული რაიმე სახის ანარიცხი. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 2 ქულით.

19. ცვლილებები კანონში ან სახელმწიფო პოლიტიკაში, რაც სავარაუდოთ ნეგატიურ გავლენას მოახდენს ბიზნესზე

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ განხორციელებულა ცვლილებები კანონში ან სახელმწიფო პოლიტიკაში, რაც ნეგატიურ გავლენას მოახდენდა ბიზნესზე	განხორციელდა ცვლილებები კანონში და სახელმწიფო პოლიტიკაში, რამაც უმნიშვნელო გავლენა მოახდინა ბიზნესზე	განხორციელდა ცვლილებები კანონში ან სახელმწიფო პოლიტიკაში, რამაც ნეგატიურ გავლენა მოახდინა ბიზნესზე

საქართველოს საგადასახადო და საბაჟო კანონმდებლობა იძლევა სხვადასხვა ინტერპრეტაციის შესაძლებლობას და მასში ხშირად ხდება ცვლილებების შეტანა. კომპანიის მიერ განხორციელებულ ოპერაციებთან და საქმიანობასთან მიმართებით ხელმძღვანელობის მიერ გაკეთებულ კანონმდებლობის ინტერპრეტაციასთან დაკავშირებით შესაძლოა შეკითხვები გაუჩნდეთ შესაბამის უფლებამოსილ ორგანოებს. საქართველოს საგადასახადო ორგანოები შესაძლოა უფრო დამაჯერებელ და დახვეწილ მიდგომას იყენებენ კანონმდებლობის ინტერპრეტაციისას და საგადასახადო შემოწმებების დროს. ასევე შესაძლებელია, რომ იმ ოპერაციებისა და საქმიანობების მიმართ, რომელთა მიმართაც ადრე არ ჰქონიათ შეკითხვები, ახლა გაჩნდეს შეკითხვები. შედეგად, შესაძლოა განისაზღვროს დამატებითი გადასახადები, საურავები და საპროცენტო განაკვეთები. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 2 ქულით.

20. სტიქიური უბედურებების არასაკმარისი დაფარვა დაზღვევით

1 ქულა	2 ქულა	3 ქულა
არ ჰქონია ადგილი სტიქიურ უბედურებას	ადგილი ჰქონდა სტიქიურ მოვლენებს, რამაც განაპირობა მოწოდების ხაზის შეფერხება, თუმცა განხორციელდა სტიქიური მოვლენების	ადგილი ჰქონდა სტიქიურ მოვლენებს, რამაც განაპირობა მოწოდების ხაზის შეფერხება ან არ იყო გამოყენებული დაზღვევის მექანიზმი

	შედეგად წარმოქმნილი ხარჯების დაფარვა დაზღვევის მიერ	
--	---	--

არ ჰქონია ადგილი სტიქიურ უბედურებას. აღნიშნული რისკ ფაქტორის მნიშვნელობის დონე შეფასდა 1 ქულით.

შეფასებების შედეგად მიღებულია შემდეგი მატრიცა:

N	რისკ ფაქტორები	არსებითობის წონა	კოეფიციენტი ს მნიშვნელობა	შეწონის კოეფიციენტი
	<i>ფინანსური მოვლენები:</i>			0.72
1	ლიკვიდურობა მოკლევადიან პერიოდში	7%	1	0.07
2	სწრაფი ლიკვიდურობა	7%	2	0.14
3	სასაქონლო მარაგების ბრუნვა	4%	2	0.08
4	დებიტორული დავალიანების მაჩვენებელი	4%	1	0.04
5	სესხის გადახდისუნარიანობა	5%	2	0.1
6	დაფინანსების წყაროების დინამიკები	5%	1	0.05
7	კრედიტორების მხრიდან ფინანსური მხარდაჭერის შეწყვეტის ნიშნები	4%	2	0.08
8	საოპერაციო საქმიანობასთან დაკავშირებული ფულადი სახსრების ნაკადები	3%	1	0.03
9	შემოსავლების მიღებისათვის განკუთვნილი აქტივების ღირებულების ცვლილება	2%	2	0.04
10	დივიდენდების გაცემის ვადის გადაცილება ან გაცემის შეწყვეტა	2%	1	0.02

11	მოგების მარჟა	7%	1	0.07
	<i>საოპერაციო მოვლენები</i>			<i>0.72</i>
12	საერთაშორისო ბაზრებზე დამოკიდებულების ხარისხი	7%	2	0.14
13	რუსეთის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი	8%	3	0.24
14	უკრაინის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი	5%	2	0.1
15	პირითადი საექსპორტო ბაზრის დაკარგვა	8%	1	0.08
16	პირითადი ნედლეული მომწოდებლის ან ლიცენზიის დაკარგვა	8%	1	0.08
17	კონკურენტის გამოჩენის საფრთხე	4%	2	0,08
	<i>სხვა მოვლენები</i>			<i>0.18</i>
18	კომპანიის მიმართ აღძრული სასამართლო პროცესი	5%	2	0.1
19	ცვლილებები კანონში ან სახელმწიფო პოლიტიკაში, რაც სავარაუდოთ ნეგატიურ გავლენას იქონიებს ბიზნესზე	3%	2	0.06
20	სტიქიური უბედურობების არასაკმარისი დაფარვა დაზღვევით	2%	1	0.02
	<i>სულ</i>	<i>100%</i>		<i>1.52</i>

დასკვნა

ჩამოყალიბებული მეთოდით გამოთვლილმა კოეფიციენტმა შეადგინა 1.52, რაც ნიშნავს, რომ ბიზნესი საშუალო რისკიანი იყო პანდემიის პერიოდში და ფუნქციონირებადობის პრინციპს საფრთხე მოკლევადიან პერიოდში არ დაემუქრა, თუმცა ყველაზე მეტი გავლენა ფინანსურ რისკებზე იქონია რუსეთის და საერთაშორისო ბაზრებზე დამოკიდებულების მაღალმა ხარისხმა და სწრაფი ლიკვიდურობის კოეფიციენტმა.

გამოყენებული ლიტერატურა

Cherunilam, F. (2017). Business Policy and Strategic Management. Mumbai: Himalaya Publishing House.

Hopkin, P., Thompson, C. (2021). Fundamentals of Risk Management Understanding, Evaluating and Implementing Effective Enterprise Risk Management. Kogan Page.

Hornngren, C., Sundem, G., Elliott, J., & Philbrick, D. (2006). Introduction to Financial Accounting. New Jersey: Pearson Education.

Porter, M. (1980). Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors. New York: Free Press.1.

ჭილაძე, ი. (2018). ფინანსური ანგარიშგების ანალიზი. თბილისი: თსუ გამომცემლობა.

სს „თბილღვინოს“ 2020 წლის ფინანსური ანგარიშგება.

<https://reportal.ge/ka/Reports/GetFile/31847>.

Risk Estimation Model for the Wine and Spirits Sector

Dato Kuchashvili, Nino Jgamadze

University of Georgia

Abstract

Risk is an integral part of people and business. A source of risk is any event, in the case of which the company experiences a financial loss, which may lead to a decrease in the company's purchasing power and increase the liquidity risk, what negatively affects the company's strategic goals and objectives.

For business, a crisis is associated with an uncertain and significant event that threatens the operational, reputational and financial stability of the company and has a negative impact on its continuous development. In order to protect the principle of business functionality during the crisis period, it is important to implement a quick and effective response by the management and develop a risk management model that should ensure the effective risk management process.

In the crisis period, the occurrence of undesirable consequences for the business is related to internal and external risks. The external risks of the country lead to the increase of the internal risks of the companies. In particular, increased competition, low rate of economic growth and deteriorating social conditions may lead to an increase in transportation, supply, production and operational risks, which will lead to questioning the principle of business functionality. During the crisis, most of the companies find it difficult to properly manage risks, because risk management is a multi-step and complex process.

The level of risk importance is determined by two main factors:

1. Probability of risk occurrence;
2. The impact of risk, that is, the impact of a negative result on the company's goals and objectives.

Taking into account the combination of probability and impact of risks for the alcoholic beverages sector in Georgia, the paper proposes to categorize them according to priorities and develop a quantitative method of assessment and a scale of permissible risk is given.

The following are estimated:

1. Risks that are highly likely to occur and have a high impact on the goals and objectives set by the company. Those are considered as priority risks and should be given great attention;
2. Risks that have probability of occurrence and impact on the company's strategic goals and operational principles a little. Those are considered as less priority risks and less attention would be paid to them;
3. Risks that have a high probability of occurrence and a low impact, and conversely, a risks that have a low probability of occurrence and a high impact. Determining the order of their priorities should be based on the company's strategic goals and objectives.

Keywords: Risk management, Alcoholic beverages, Covid-19