



ფსევდოპროტეინული საკვები საფარით დაფარულ აგროპროდუქტებში მიმდინარე ბიოქიმიური ცვლილებები

თამარ ჯიბლაძე

დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიის დეპარტამენტი.

საქართველო, 0171, თბილისი, მ. კოსტავას გამზირი №77.

კვლევა [PHDF-23-3114] განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით

რეზიუმე

ხილი და ბოსტნეული მალფუჭებადი აგროპროდუქტებია, რის გამოც მათი შენახვის ვადის გახანგრძლივება მუდმივად აქტუალური საკითხია. კვლევაში შესწავლილია საკვები საფარით დაფარულ აგროპროდუქტებში მიმდინარე ბიოქიმიური ცვლილებები, კერძოდ, მათი სსსაქონლო თვისებების განმსაზღვრელი პარამეტრები, როგორცაა წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება (BRIX), სატიტრაცი მჟავიანობა და ნედლი უჯრედანა. საკვების საფარი აფსკით დაფარვა წარმოადგენს შენახვის ტრადიციული მეთოდების ალტერნატივას. ასეთი აფსკების გამოყენება გასული საუკუნიდან დაიწყო. საკვები საფარის პერსპექტივები საკვების მდგრადი შენარჩუნების საქმეში მის გამოყენებასთან ერთად გაიზარდა. უკანასკნელ წლებში უპირატესობა ენიჭება ბიოდეგრადირებად, ეკოლოგიურად სუფთა მასალების გამოყენებას საკვები საფარების (აფსკების) სახით. კვლევაში გამოყენებულია ბიოდეგრადირებადი ფსევდოპროტეინების საფუძველზე დამზადებული საკვები საფარის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარები, რომლითაც დაფარულია ხილისა და ბოსტნეულის ნიმუშები (ვაშლი, სტაფილო). პროდუქტები შენახულია მათვის შესაფერის შენახვის ტემპერატურაზე. ექსპერიმენტის შედეგები ხაზს უსვამს ფსევდოპროტეინების დადებით გავლენას აგროპროდუქტების შენახვის ვადის გახანგრძლივებისათვის. ფსევდოპროტეინები ძირითადად დანერგილია მედიცინაში წამლების მატარებლებისა და ქირურგიული იმპლანტების სახით, სადაც აჩვენებს მაღალი ბიოთავსებადობა. ფსევდოპროტეინული საკვები საფარის აგროპროდუქტების შენახვისუნარიანობის გაზრდის პოტენციალის გათვალისწინებით შესაძლებელია მათი მოქმედების არეალის გაფართოება და დანერგვა სოფლის მეურნეობასა და კვების მრეწველობაში.

საკვანძო სიტყვები: ვაშლი; საკვები საფარი; სტაფილო; ფსევდოპროტეინი.

1. შესავალი

ადამიანის ჯანმრთელი კვების რაციონის აუცილებელი შემადგენელი ნაწილის ხილ-ბოსტნეულის მალფუჭებადობის გამო მათი შენახვის საკითხი მუდამ აქტუალურია. აგროპროდუქტების ქიმიური შედგენილობა მრავალფეროვანია და დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე, მათ შორის ჯიშზე, სიწიფეზე, მოყვანის რეგიონზე (ადგილმდებარეობა), დამუშავების პირობებზე და სხვ. ზოგიერთი სახის ბოსტნეული და ხილი შეიცავს ძნელად გასახსნელ ნივთიერებებს, როგორცაა ცელულოზა. თუმცა ხილ-ბოსტნეულის შემადგენელი ნივთიერებების უმრავლესობა ადვილხსნად ნივთიერებებს წარმოადგენს და ინტენსიურად შეითვისება ორგანიზმის მიერ. ასეთებია, მაგალითად შაქარი, მჟავები, ცილები, მარილი და სხვ., რომლებიც სამკურნალო თვისებებს ავლენენ [1]. მოსავლის შენახვის საკითხები მაქსიმალურად მაღალ დონეზე უნდა გადაწყდეს, რათა რაც შეიძლება ხანგრძლივად იქნეს შენახული აგროპროდუქტები. ეს პროცესი სულ უფრო აქტუალური ხდება, რადგან ხილი და ბოსტნეული მალფუჭებადია და დანაკარგი დიდია. წელიწადში პროდუქტების დაახლოებით ნახევარი ნადგურდება [2], აქედან კანისა და საკვებად უვარგისი ნაწილების წილი დაახლოებით 25-30%-ია [3]. სისაღე და ხარისხი, კვებითი ღირებულება, მნიშვნელობა რაღაც თამაშობს მომხმარებლის გადაწყვეტილებაში შეიძინოს პროდუქტი. ხილ-ბოსტნეულისათვის დამახასიათებელი სასაქონლო თვისებები მაქსიმალურად უნდა იქნეს შენარჩუნებული. ხილ-ბოსტნეულის შენახვის ძველი, ტრადიციული (შრობა, ვაკუუმირება, დაკონსერვება, ცვილით დაფარვა) მეთოდების პარალელურად დამკვიდრდა ინოვაციური (საკვები საფარი აფსკით დაფარვა) შენახვის მეთოდები. საკვები აფსკები ხელს უშლის ბაქტერიებით და სხვა მიკროორგანიზმებით პროდუქტების ზედაპირის კოლონიზაციას, სხვადასხვა სასარგებლო კონპონენტების შემცველობის დაქვეითებას, აკონტროლებს წყლის და აირების დიფუზიას [4]. წინამდებარე კვლევაში შესწავლილია ფსევდოპროტეინული საკვები საფარით (პოლიმერის სპირტხსნარი) დაფარული საკვები პროდუქტების (ვაშლი და სტაფილო) შენახვის ხანგრძლივობა და ამ დროს მიმდინარე ბიოქიმიური ცვლილებები. უკანასკნელ პერიოდში უპირატესობა ენიჭება საკვებად ვარგის საფარს [4, 5, 6]. კვლევის მიზანს წარმოადგენს: α -ამინომჟავების საფუძველზე საქართველოში შექმნილი პოლიმერის გამოყენება ერთკომპონენტური საკვები საფარი აფსკების სახით აგროპროდუქტების დასაფარად შენახვის ვადის გასახანგრძლივებლად; ფსევდოპროტეინების გამოყენების არეალის გაზრდა; აქამდე არსებული არაბიოდეგრადირებადი, მრავალკომპონენტური საკვები საფარი აფსკის ჩანაცვლება კომერციულად ადვილად ხელმისაწვდომი, ფსევდოპროტეინული საკვები საფარი აფსკით, რომელიც ხასიათდება მაღალი ბიოთავსებადობითა და ბიოდეგრადაციის უნარით [7-10]; არასაკვები (არაბიოდეგრადირებადი) შესაფუთი მასალების ჩანაცვლება და ამ სფეროდან განდევნა.

2. ძირითადი ნაწილი

2.1. კვლევის მასალა და მეთოდები

კვლევის მიზნები და ამოცანები. კვლევა მიზნად ისახავს შეისწავლოს რა გავლენას ახდენს ფსევდოპროტეინული ბიოდეგრადირებადი საკვები საფარი აფსკით დაფარვა ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის ვადის გახანგრძლივებაზე და როგორ მოქმედებს სასაქონლო თვისებების განმსაზღვრელი ზოგიერთი პარამეტრის ცვლილებაზე. შესაბამისად, ვაშლისა და სტაფილოს შენახვის დროს მიმდინარე ბიოქიმიურ ცვლილებებზე დასაკვირვებლად შერჩეულ იქნა შემდეგი პარამეტრები და შესაბამისი შესწავლის მეთოდები: წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება (BRIX) - რეფრაქტომეტრული მეთოდი, სატიტრავი მჟავიანობა - ტიტრაციის მეთოდი, ნედლი უჯრედანა - გენებერგ შტომანის მეთოდი. კვლევის ობიექტებად შერჩეულია ვაშლის ჯიში „ბანანი“ და სტაფილოს ჯიში „ნანტე“ მათი შედარებით დაბალი შენახვისუნარიანობის გამო. კვლევის ფარგლებში შესწავლილი ვაშლისა და სტაფილოს სასაქონლო თვისებების განმსაზღვრელი შერჩეული ქიმიური პარამეტრების საშუალო შემცველობა (დიაპაზონი) მოცემულია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი 1. ვაშლისა და სტაფილოს საშუალო ქიმიური შედგენილობა კვლევის ფარგლებში შერჩეული საკვლევი პარამეტრების მიხედვით

კვლევისათვის შერჩეული აგროპროდუქტის დასახელება	წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება, %	სატიტრავი მჟავიანობა, %	ნედლი უჯრედანა, %
ვაშლის ჯიში ბანანი	12-15.4	0.2 – 0.9	0.6 – 1.3
სტაფილოს ჯიში ნანტი	9.7-10.4	0.1	1.2-1.8

მოსავლის აღების შემდგომ პერიოდში (შენახვის პროცესი) ბუნებრივად მიმდინარეობს ბიოქიმიური ცვლილებები, რაც იწვევს ხილ-ბოსტნეულის სასაქონლო თვისებების განმსაზღვრელი პარამეტრების ცვლილებას. მცენარეული წარმოშობის საკვებში ნედლი უჯრედანას რაოდენობა იმატებს, რადგან იკლებს საკვებ პროდუქტებში ჰიგროსკოპული წყლის შემცველობა, ხოლო სატიტრავი მჟავიანობა და წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება მცირდება, რადგან მათი უმეტესობა ჰიდროლიზდება/იშლება.

საკვლევი ნიმუშების მომზადება და შენახვა. ორგანული პროდუქტების დასაფარად თხელი პოლიმერული აფსკით ძირითადად სამ მეთოდს იყენებენ: ამოვლებით (ჩაყურსვით) დამუშავებას (dip-coating), შეფრქვევას (spray coating) და დაფარვას ელექტროდართული ნანობოჭკოებით (electrospun nanofibers coating) [4,11, 12]. კვლევაში საკვები საფარით ნიმუშების

დასაფარად გამოყენებულია ჩაყურსვის მეთოდი, რომელიც ყველაზე მარტივი და ხელმისაწვდომია. ამისათვის ვამზადებდით 2% და 8% კონცენტრაციის ფსევდოპროტეინის (1L6-1L8) სპირტხსნარს (ეთანოლი). საკვლევ ნიმუშებს ხსნარში ვაყოვნებდით 5-10 წამის განმავლობაში, რაც საკმარისია იმისათვის, რომ სპირტმა შეასრულოს მადეზინფიცირებელი მოქმედება აგროპროდუქტის ზედაპირზე. საკვები საფარით პროდუქტის დაფარვის შემდეგ მათ ვაშრობდით ოთახის ტემპერატურაზე. კვლევის ობიექტის შენახვის ტემპერატურის გათვალისწინებით და საკვები საფარის შენახვიაუნარიანობის გავლენის შესასწავლად პროდუქტებს ვინახავდით განსხვავებულ ტემპერატურაზე. განსხვავებულ საკვლევ ტემპერატურაზე შენახულ ნიმუშებს ვაკვირდებოდით ხანგრძლივად, წინასწარ შემუშავებული გეგმის მიხედვით შერჩეულ პარამეტრებზე ტარდებოდა ანალიზები (ცხრილი 2).

ცხრილი 2. ჩასატარებელი ცდების რაოდენობა და საკვლევ პარამეტრებზე მოქმედი ფაქტორები

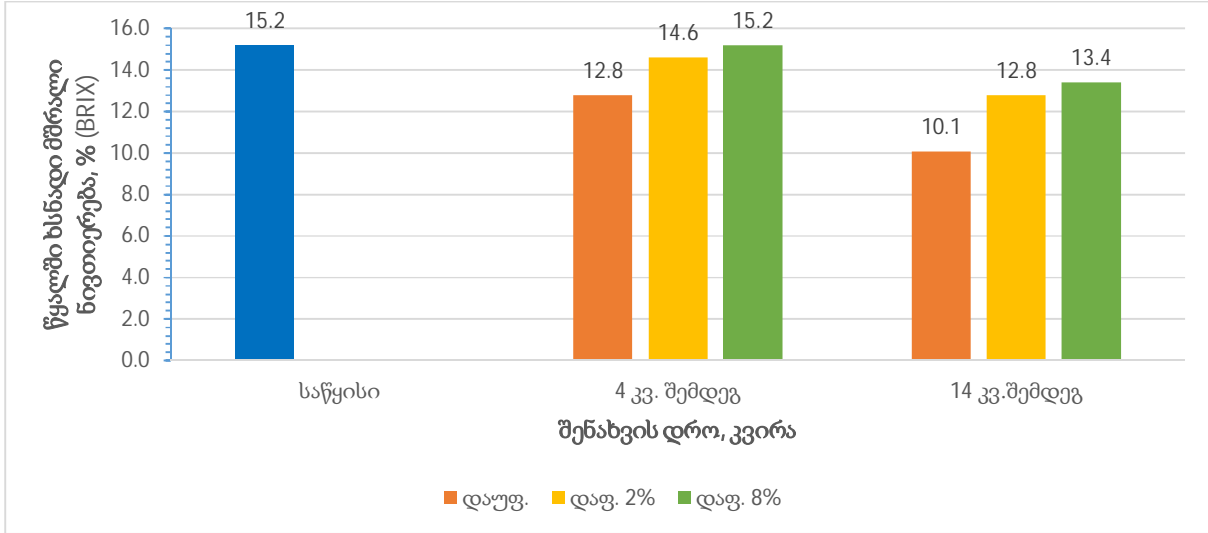
ცდის №	X ₁ ტემპერატურა, °C	X ₂ საკვები საფარის კონცენტრაცია, %	X ₃ შენახვის დრო, კვირა
I	0	2	4
II	9	2	4
III	0	8	4
IV	9	8	4
V	0	2	14
VI	9	2	14
VII	0	8	14
VIII	9	8	14

საკვები საფარი არ უნდა ცვლიდეს აგროპროდუქტის მახასიათებლებს: ორიგინალურ გემოს, ტექსტურას, იერს, შეუმჩნეველი უნდა იყოს მომხმარებლისთვის. საკვლევ ნიმუშები დავფარეთ 2% და 8%-იანი საკვები საფარით და შევინახეთ ორ სხვადასხვა ტემპერატურაზე (0°C და 9°C). ანალიზები ჩავატარეთ მე-4 და მე-14 კვირაში [13]. ჩასატარებელი ცდების რაოდენობისა და საოპტიმიზაციო პარამეტრებზე მოქმედი ფაქტორების შესახებ მონაცემები

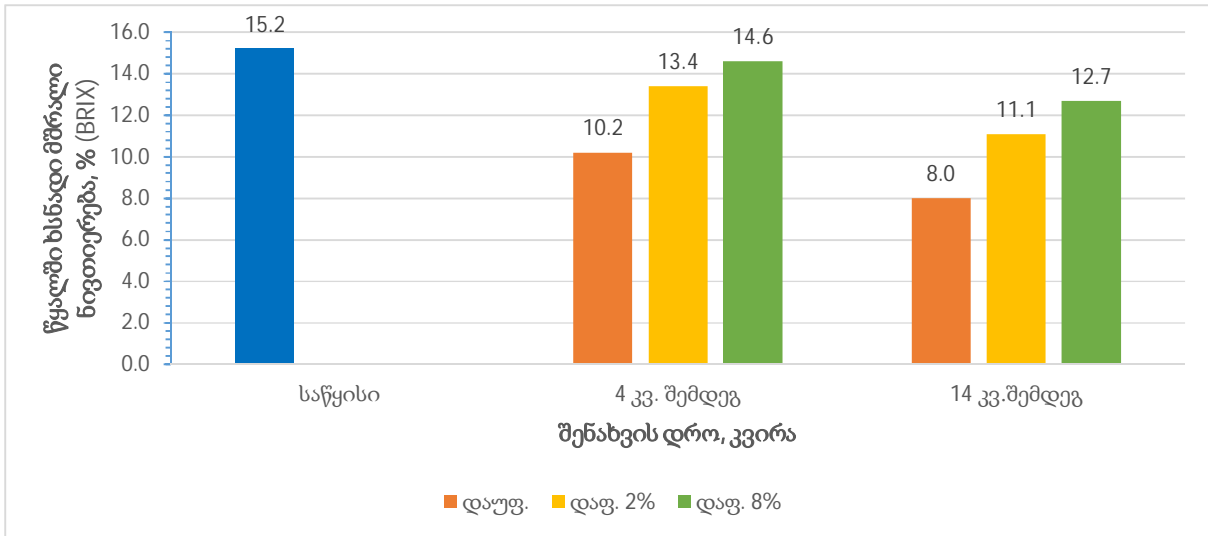
შეტანილია ცხრილ 2-ში, ხოლო ჩატარებული ცდების შედეგად მიღებული შედეგები საოპტიმიზაციო პარამეტრების მიხედვით განხილულია დიაგრამების სახით.

2.2. შედეგები და მათი განსჯა

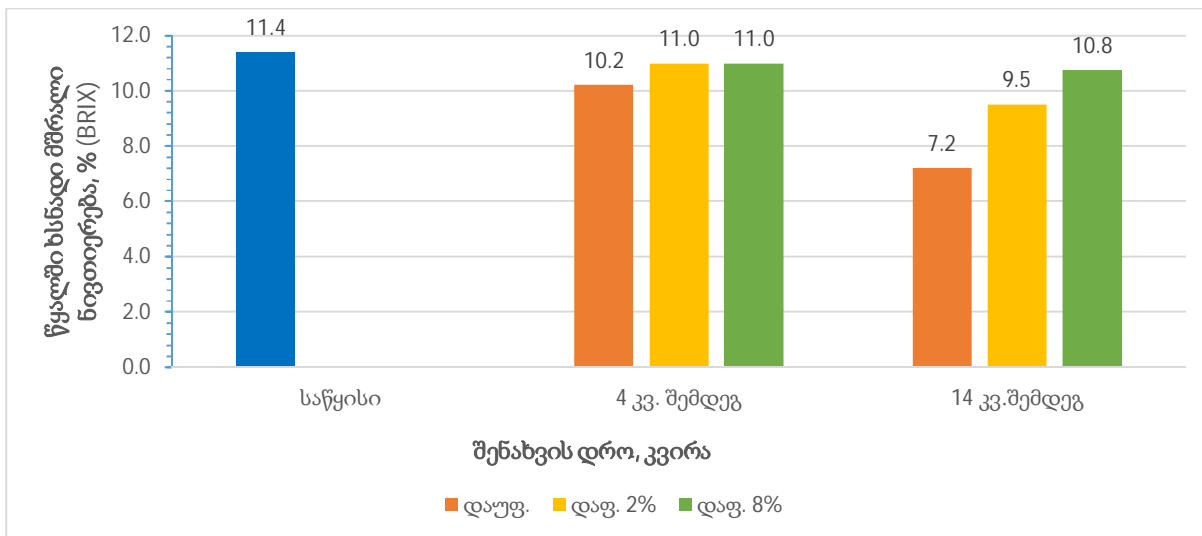
ვამლსა და სტაფილოში წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერებების ცვლილებები 0°C-სა და 9°C-ზე შენახვისას წარმოდგენილია დიაგრამებზე №1-4.



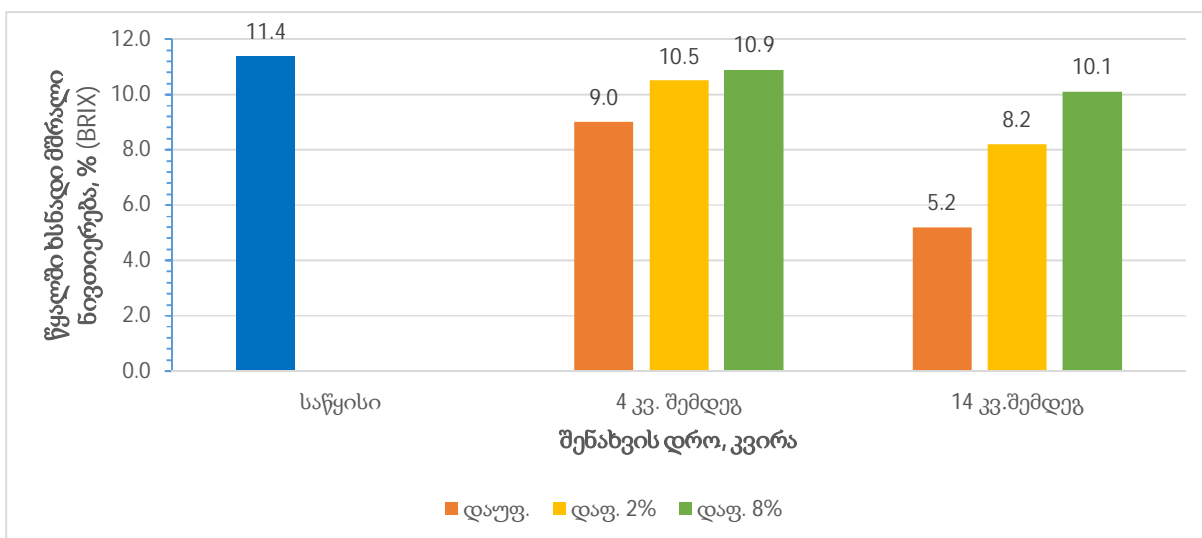
დიაგრამა 5. ვამლის ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება“ ცვლილებები 0°C-ზე.



დიაგრამა 6. ვამლის ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება“ ცვლილებები 9°C-ზე.



დიაგრამა 7. სტაფილოს ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება“ ცვლილებები 0°C-ზე.

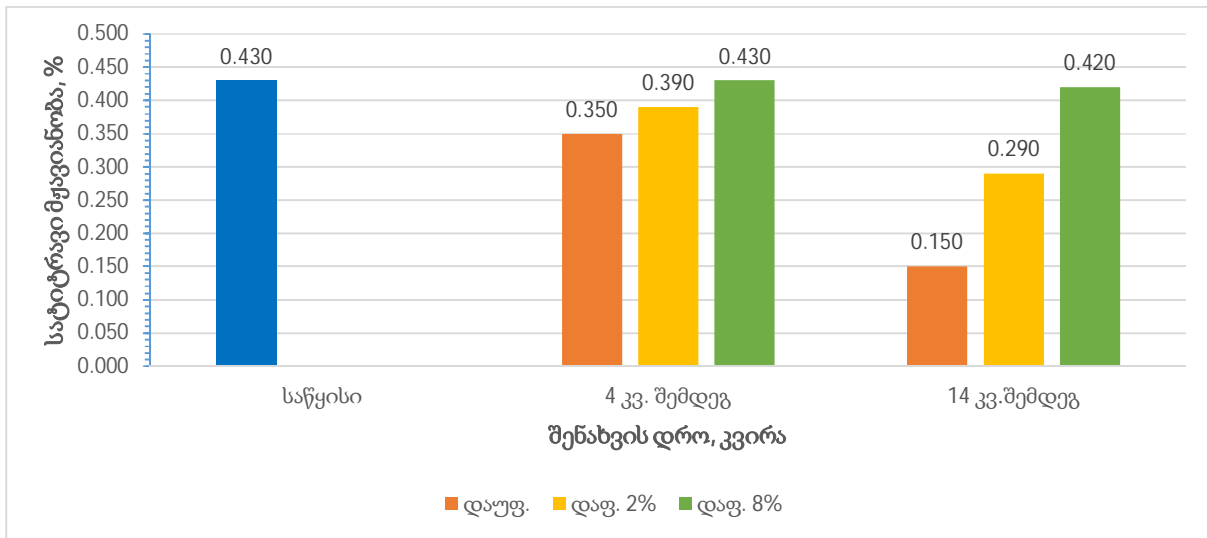


დიაგრამა 8. სტაფილოს ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება“ ცვლილებები 9°C-ზე.

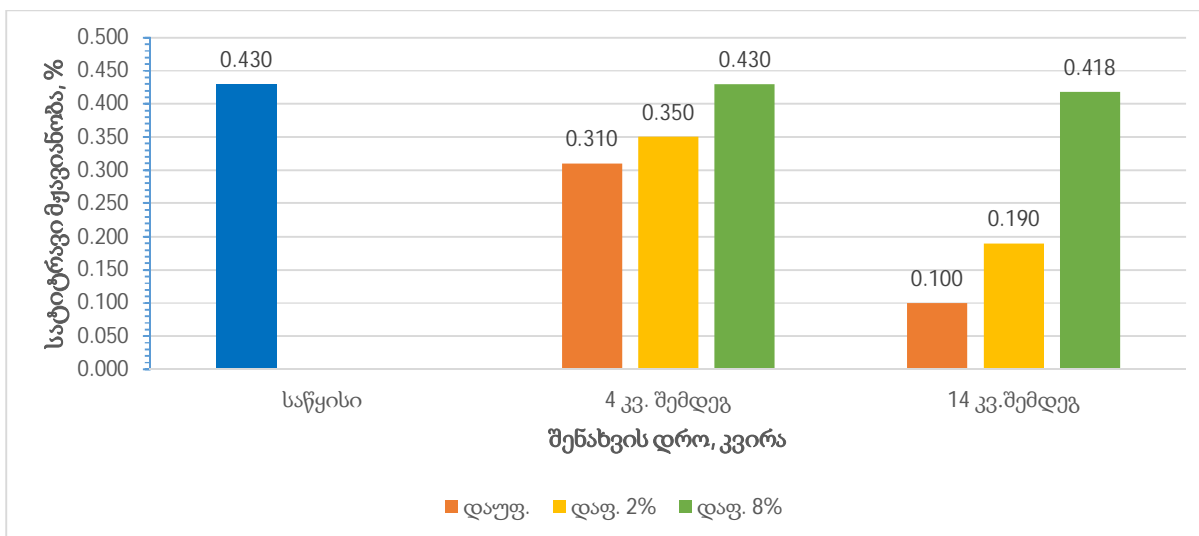
ვაშლის 14.3 კვირიანი (100 დღიანი) შენახვისას 0°C-ზე დაუფარავ ნიმუშებში წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება შემცირდა 33,5%-ით, 2%-ინი საკვები საფარით დაფარული ნიმუშებში - 15,7%-ით, ხოლო 8 %-იანის შემთხვევაში კლება იყო 11,8%. განსხვავებული შედეგები ფიქსირდება 9°C შენახვისას: დაუფარავ ნიმუშებში წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება შემცირდა 47,4%-ით, 2%-იან საკვებ საფარიან ნიმუშებში ამ პარამეტრის კლება არის 26,97%, ხოლო 8%-იან ნიმუშებში სიდიდე შემცირდა 16,44%-ით. 8%-იანი საკვები საფარი 0°C-სა და 9°C-ზე ერთნაირად კარგად მუშაობს წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერების შენარჩუნების თვალსაზრისით.

სტაფილოს 14.3 კვირიანი (100 დღიანი) შენახვისას 0°C-ზე დაუფარავ ნიმუშებში წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება შემცირდა 36,8%-ით, 2%-იანი საკვები საფარით დაფარული ნიმუშებში - 16,7%-ით, ხოლო 8 %-იანი საკვები საფარით დაფარული ნიმუშების შემთხვევაში კლება იყო 5,7%. ასევე განსხვავებული შედეგები ფიქსირდება 9°C შენახვისას: დაუფარავ ნიმუშებში წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება შემცირდა 56%-ით, 2%-იანი საკვები საფარით დაფარულ ნიმუშებში ამ პარამეტრის კლება არის 28,07%, ხოლო 8%-იან ნიმუშებში სიდიდე შემცირდა 11,4%-ით. 8%-იანი საკვები საფარი ვაშლში 9°C-ზე ბევრად კარგად მუშაობს ვიდრე სტაფილოში ამ პარამეტრის მიხედვით.

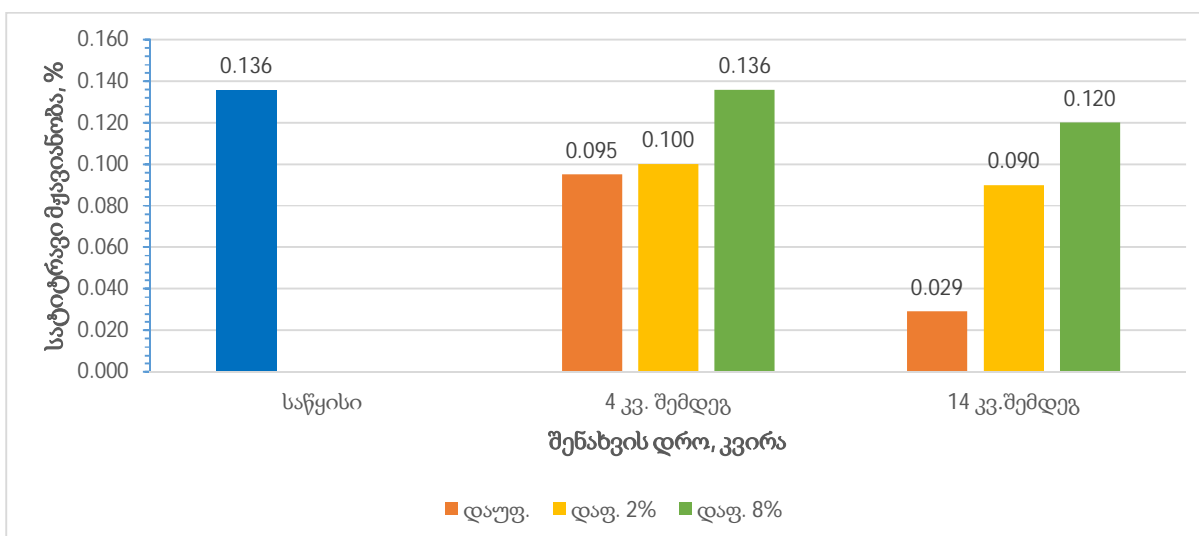
ვაშლსა და სტაფილოში სატიტრავი მჟავიანობის ცვლილებები 0°C-სა და 9°C-ზე შენახვისას წარმოდგენილია დიაგრამებზე №5-8.



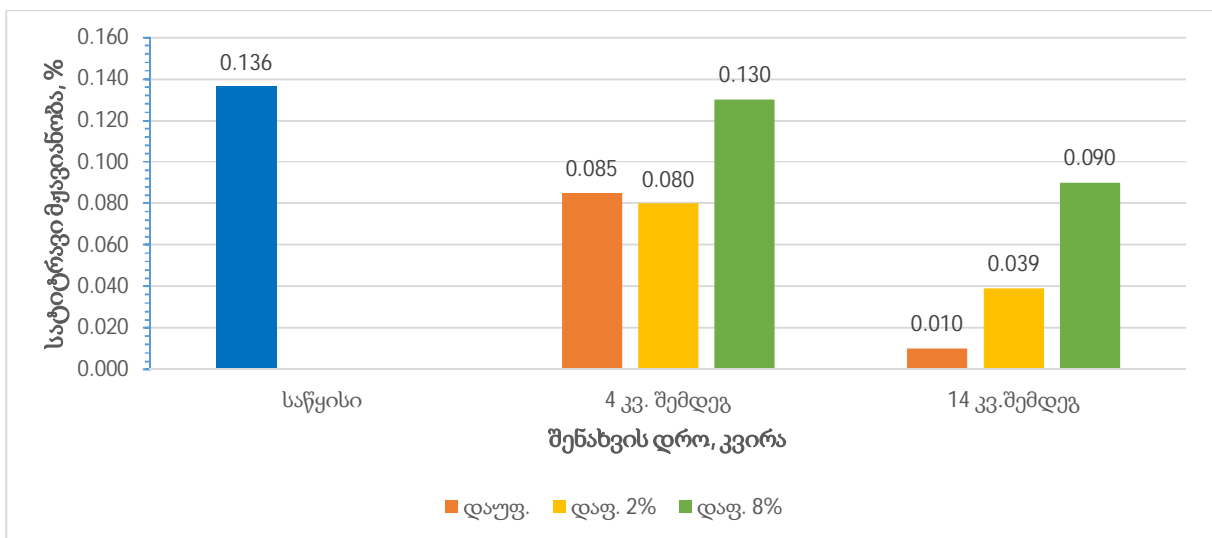
დიაგრამა 9. ვაშლის ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „სატიტრავი მჟავიანობა“ ცვლილებები 0°C-ზე.



დიაგრამა 10. ვაშლის ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „სატიტრავი მჟავიანობა“ ცვლილებები 9°C-ზე.



დიაგრამა 11. სტაფილოს ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „სატიტრავი მჟავიანობა“ ცვლილებები 0°C-ზე.

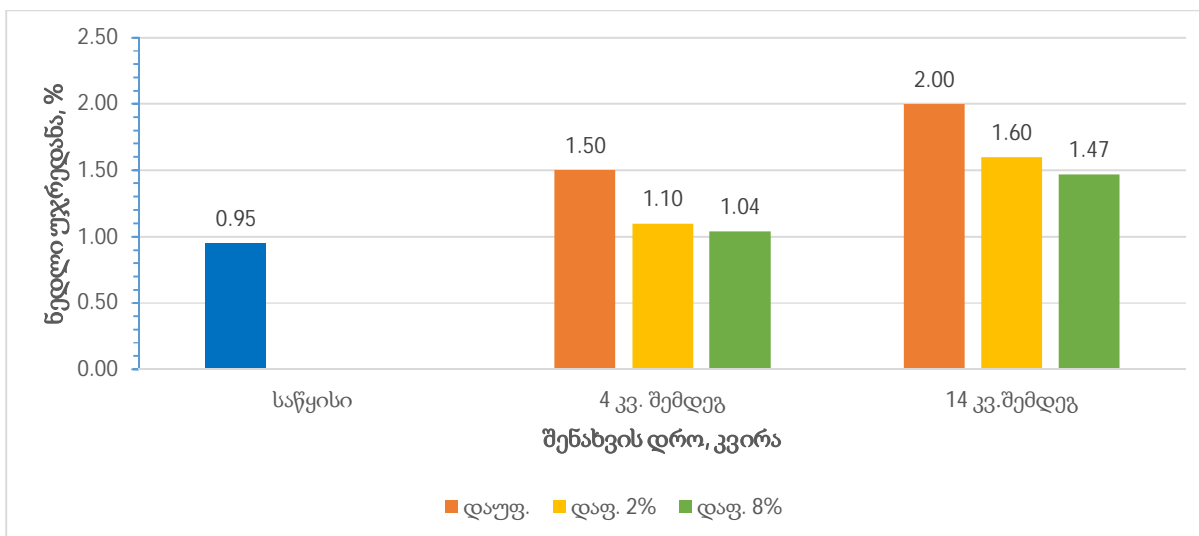


დიაგრამა 12. სტაფილოს ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „სატიტრავი მჟავიანობა“ ცვლილებები 9°C-ზე.

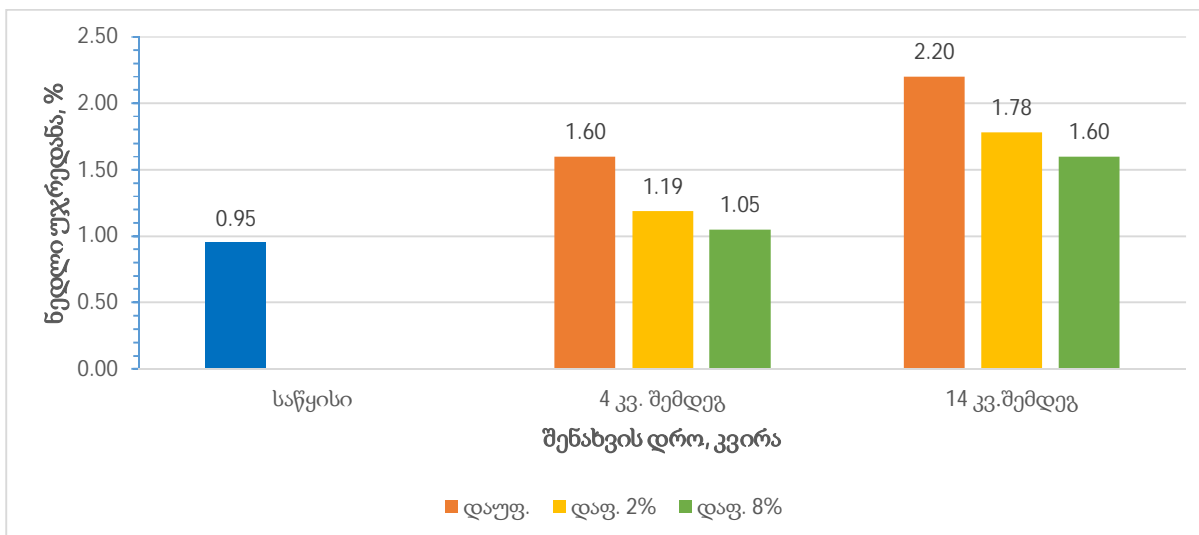
ვაშლის 14.3 კვირიანი (100 დღიანი) შენახვისას 0°C-ზე დაუფარავ ნიმუშებში სატიტრავი მჟავიანობა 0,43-დან ეცემა 0,15%-მდე, მაშინ როცა 2%-იანი საკვები საფარით დაფარულ ნიმუშებში 0,43-დან 0,29%-მდე იცვლება, ხოლო 8%-იანი საკვები საფარით დაფარულში კლება მხოლოდ 0.1%-ია, რაც ხაზგასმით მიუთითებს ფსევდოპროტეინის როგორც საფარის საუკეთესო თვისებებზე. 0°C და 9°C-ზე ამ პირობებში შენახვისას სატიტრავი მჟავიანობის სიდიდეებს შორის 8%-იანის შემთხვევაში დიდი სხვაობა არ არის.

სტაფილოს შემთხვევაში 0°C-ზე სატიტრავი მჟავიანობის სიდიდის ცვლილება არ ფიქსირდება 4 კვირაში და დიდად არც 14 კვირის შემდეგ. ხოლო 9°C-ზე 14 კვირის შემდეგ მცირე კლებაა.

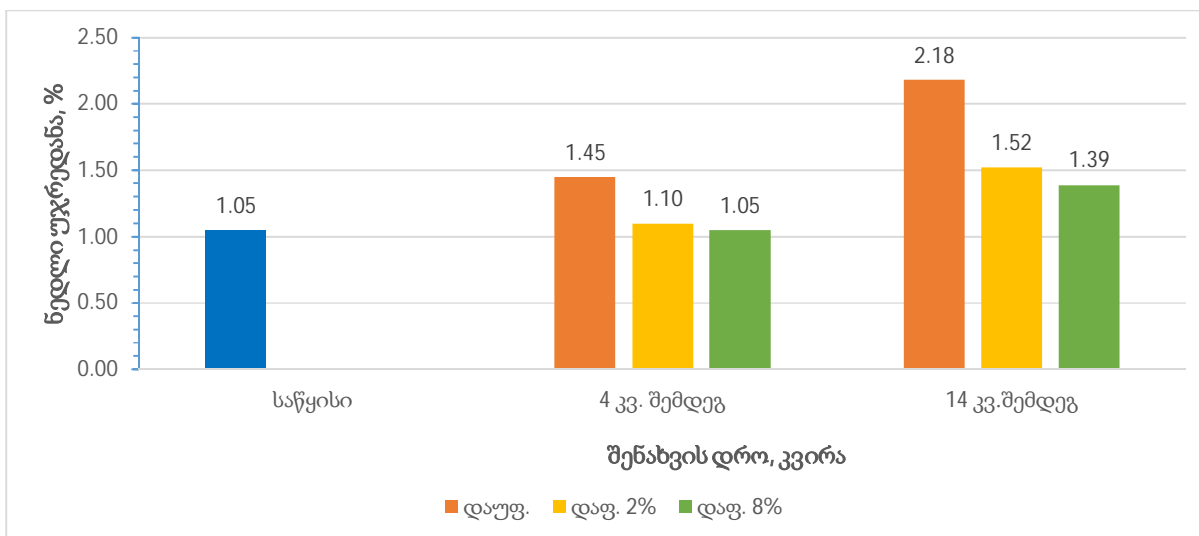
ვაშლსა და სტაფილოში ნედლი უჯრედანას ცვლილებები 0°C-სა და 9°C-ზე შენახვისას წარმოდგენილია დიაგრამებზე №9-12.



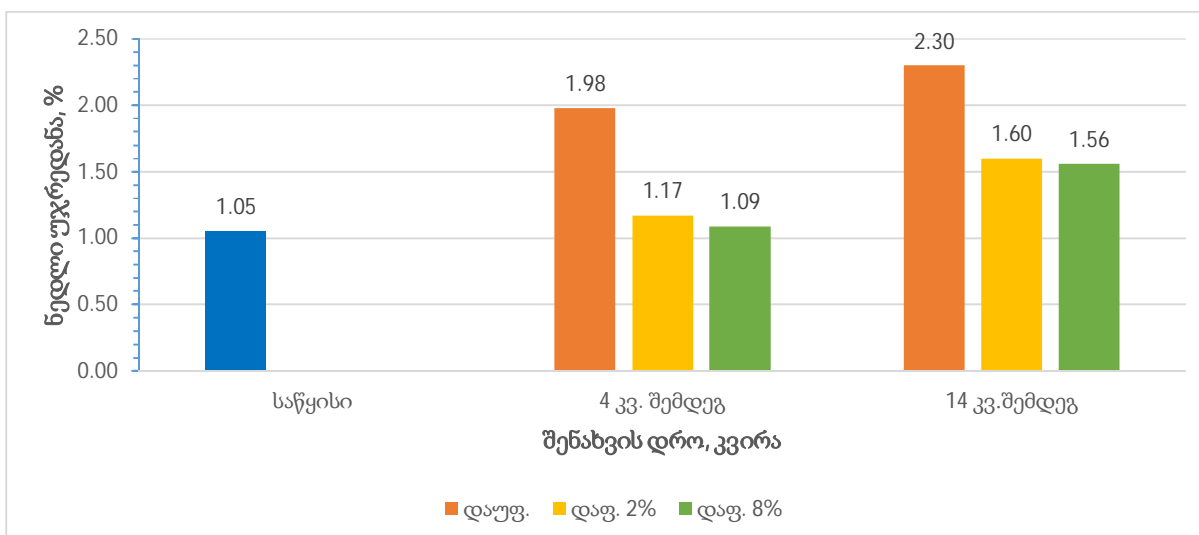
დიაგრამა 13. ვაშლის ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „ნედლი უჯრედანა“ ცვლილებები 0°C-ზე.



დიაგრამა 14. ვაშლის ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „ნედლი უჯრედანა“ ცვლილებები 9°C-ზე.



დიაგრამა 15. სტაფილოს ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „ნედლი უჯრედანა“ ცვლილებები 0°C-ზე.



დიაგრამა 16. სტაფილოს ნიმუშში საოპტიმიზაციო პარამეტრის „ნედლი უჯრედანა“ ცვლილებები 9°C-ზე.

14.3 კვირიანი (100 დღიანი) შენახვისას 0°C-ზე ვაშლის დაუფარავ ნიმუშებში უჯრედის 0,95%-დან 2%-მდე იზრდება, 2%-იანში 1,6%-მდე, ხოლო 8%-იანში 1,47%-მდე, 9°C-ზე მატება უფრო მეტია. სტაფილოში 0°C ასევე ადგილი აქვს ნედლი უჯრედანას ზრდას, როგორც დაუფარავ, ისე დაფარულ ნიმუშებში. აქედან 8%-იანში მატება გაცილებით ნაკლებია. 9°C-ზე სტაფილოს ნიმუშებში ადგილი აქვს უჯრედის პროცენტული რაოდენობის ზრდას, მაგრამ უფრო მეტად დაუფარავ ნიმუშებში.

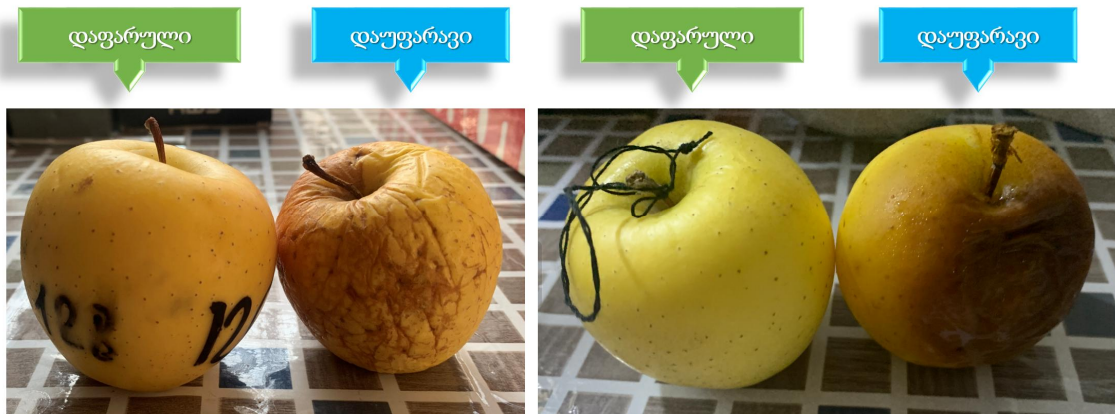
ამრიგად, დიაგრამებიდან ნათლად ჩანს, ხანგრძლივად შენახვის პროცესში საკვლევი პარამეტრების ცვლილებები მიმდინარეობს როგორც დაუფარავ, ისე სხვადასხვა კონცენტრაციის (2%, 8%) საკვები საფარით დაფარულ ნიმუშებში, თუმცა პარამეტრის ცვლილება დროში შედარებით ნაკლებია 8%-იანი, შემდეგ 2%-იანი საფარი აფსკით დაფარულ პროდუქტებში 0°C-ზე. ეს კანონზომიერება ვრცელდება ყველა საკვლევ პარამეტრზე.

შემდეგ ეტაპებზე კვლევა მიზნად ისახავს მათემატიკური მოდელების შექმნას და სწრაფი აღმასვლის მეთოდით შენახვის ოპტიმალური პირობების დადგენას თითოეული აგროპროდუქტისათვის.

3. დასკვნა

1. 14.3 კვირიანი (100 დღიანი) შენახვისას 0°C-სა და 9°C-ზე ვაშლის დაუფარავ და დაფარულ ნიმუშებში ბუნებრივად მიმდინარეობდა ბიოქიმიური პარამეტრების ცვლილებები. გაიზარდა ნედლი უჯრედანას შემცველობა, ხოლო სატიტრავი მჟავიანობა და წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერებების (BRIX) შემცველობა - შემცირდა. ბიოქიმიური პარამეტრების ცვლილებების ნელი ტემპი და დაბალი მაჩვენებლები ორივე ტემპერატურაზე (0°C, 9°C) შენახულ შესწავლილ ნიმუშებში საკვები საფარით დაფარულმა ნიმუშებმა აჩვენა, რაც ხაზგასმით მიუთითებს ფსევდოპროტეინის როგორც საფარის საუკეთესო თვისებებზე. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ფსევდოპროტეინული საკვები საფარის კონცენტრაციის გავლენის შესწავლით დადგინდა, რომ ორივე ნიმუშზე პროდუქციის კვებითი ღირებულების შენარჩუნებას ხელს უწყობს საკვები საფარის კონცენტრაციის გაზრდა.

2. 14.3 კვირიანი (100 დღე) შენახვის შემდეგ ფსევდოპროტეინული საკვები საფარით დაფარული და დაუფარავი ნიმუშების ვიზუალური შეფასებით კარგად ჩანს, რომ ფსევდოპროტეინული საკვები საფარი უნარჩუნებს მათ გარეგნულ სახეს.



სურათი 1. საკვები საფარით დაფარული და დაუფარავი ვაშლის ნიმუშები

დაფარული



დაუფარავი



სურათი 2. საკვები საფარით დაფარული და დაუფარავი სტაფილოს ნიმუშები

დაუფარავი



სურათი 3. სტაფილოს დაუფარავი ნიმუშები

დაუფარავი



სურათი 4. ვაშლის დაუფარავი ნიმუშები

1. Yahia, E.M.; García-Solís, P.; Celis, M.E. Contribution of Fruits and Vegetables to Human Nutrition and Health. In Post-Harvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables; Woodhead Publishing: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 19–45.
2. Salihoglu, G.; Salihoglu, N.K.; Ucaroglu, S.; Banar, M. Food loss and waste management in Turkey. *Bioresour. Technol.* **2018**, *248*, 88–99.
3. Kumar, H.; Bhardwaj, K.; Sharma, R.; Nepovimova, E.; Kuřca, K.; Dhanjal, D.S.; Verma, R.; Bhardwaj, P.; Sharma, S.; Kumar, D. Fruit and vegetable peels: Utilization of high-value horticultural waste in novel industrial applications. *Molecules* **2020**, *25*, 2812.
4. Singh, D. P.; Packirisamy, G.; Biopolymer-based edible coating for enhancing the shelf life of horticulture products, *Food Chemistry: Molecular Sciences*, V. 4, 2022, 100085.
5. Felicia, W. X. L.; Rovina, K.; Nur'Aqilah, M. N.; Vonnie, J. M.; Erna, K. H.; Misson, M.; Halid, N. F. A.; Recent Advancements of Polysaccharides to Enhance Quality and Delay Ripening of Fresh Produce: A Review. *Polymers* 2022, *14*, 1341. <https://doi.org/10.3390/polym14071341>.
6. Senna, M.M. H.; Al-Shamrani, K. M.; Al-Arifi, A. S.; Edible Coating for Shelf-Life Extension of Fresh Banana Fruit Based on Gamma Irradiated Plasticized Poly(vinyl alcohol)/Carboxymethyl Cellulose/Tannin Composites. *Materials Sciences and Applications*, **5**(6), 2014, 395-415. DOI:10.4236/msa.2014.56045
7. Katsarava, R., Puiggali, J. (2015). Leucine Based Polymers: Synthesis and Applications. Book Chapter in: Leucine: Biology, Consumption and Benefits. *Biochemistry Research Trends*, S.R. Newman, Ed., NOVA Sci. Publisher.
8. Katsarava, R., Kulikova, N., Puiggali, J. (2016) Amino Acid Based Biodegradable Polymers – promising materials for the applications in regenerative medicine (Review). *J. J. Regener. Med.*, **1**(1): 012.
9. Katsarava, R., Gomurashvili, Z. Biodegradable Polymers Composed of Naturally Occurring α -Amino Acids. *Handbook of Biodegradable Polymers - Isolation, Synthesis, Characterization and Applications*, Lendlein, A. and Sisson, A., Eds., Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co. KGaA. Ch. 5, 107-131 (2011).
10. Katsarava, R., Tugushi, D., Gomurashvili, ZD. Poly (ester urea) Polymers and Methods of Use. U.S. Patent No. 8,765,164 (2014).
11. Ghorani, B., & Tucker, N. (2015). Fundamentals of electrospinning as a novel delivery vehicle for bioactive compounds in food nanotechnology. *Food Hydrocolloids*, **51**, 227–240. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.05.024>
12. Haonan, Wu., & Liandong Hu., Recent Advances of Proteins, Polysaccharides and Lipids-Based Edible Films/Coatings for Food Packaging Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (2021),10.1111/1541-4337.12697, Volume 19, pp.29–45.
13. Jibladze, T., Palavandishvili, T., Katsarava, R., Preservation of agricultural products by polymer biomimetics: mathematical planning of the process. *Collection of Scientific Works of the*

International Scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of Givi Tsinstadze. Chemistry-achievements and perspectives, Georgian Technical University, Tbilisi, 2023, pp. 190-198.

Biochemical changes in agro-products coated with pseudoprotein food coating

Tamar Jibladze

¹Department of Chemistry, Georgian Technical University (GTU), 77 Kostava Str., 0171, Tbilisi, Georgia. PhD student.

This research [PHDF-23-3114] has been supported by the Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia (SRNSFG).

Abstract. Fruits and vegetables are perishable agricultural products, therefore extent of the shelf life of agroproducts is an actual challenge. This review presents biochemical changes that occurred during shelf life in covered agro-products with edible coating, in particular changes in parameters that determine their commodity properties, such as water-soluble dry matter (BRIX), titratable acidity, and crude cellulose. Edible coating is an alternative to traditional storage methods. Such films have been used since the last century. The prospects of edible coatings for sustainable food preservation have increased according to their use. Nowadays they are a current trend of organic products packaging. In recent years, preference has been given to the use of biodegradable, environmentally friendly materials in the form of food coatings. The interest in the development of biodegradable edible films is increasing every day. The aim of this study was to evaluate the effect of pseudoprotein applied as an edible coating. The research aims to determine the optimal storage conditions and, therefore obtain and apply different concentrations of pseudoprotein-based edible coating solutions for covering fruit and vegetable samples (apples, carrots). Products are stored at their suitable storage temperature. The results of the experiment emphasize the positive influence of pseudoproteins in extending the shelf life of agricultural products. Pseudoproteins have been mainly implemented in medicine as drug carriers and surgical implants, where they have shown high biocompatibility. Taking into account the potential of pseudoproteins to preserve agricultural products, it is possible to expand their scope and introduce them in the agriculture and food industry.