Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 6 Issue 4, 2024
https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.02

საქართველოში გავრცელებული კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების სახეობრივი იდენტიფიკაცია, ფილოგენეტიკა და პათოტიპები

ღაღანიძე დალი[1], ნაზარაშვილი ნინო[2], აბაშიძე ეკატერინე[3], აზნარაშვილი მარიამი[4], გვრიტიშვილი ეთერი[5]

[1]ბიოლოგიის მეცნიერებათა კანდიდატი, სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორია, +995591079681, dali.ghaghanidze@sla.gov.ge; [2]ბაკალავრი აგრარულ მეცნიერებებში, სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორია, +995591079679, nino.nazarashvili@sla.gov.ge; [3]სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატი, სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორია, +995599720992, eka.abashidze@sla.gov.ge; [4]აგრარული მეცნიერებების მაგისტრი, სოფლის მეურნეობის სახელმწიფო ლაბორატორია +99591079678,mariam.aznarashvili@sla.gov.ge; [5]მაგისტრი, 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 შემუშვებული, დაამტკიცა კარტოფილის ცისტიანი ნემატოდების კონტროლის წესი, რამაც თავის მხრივ აუცილებელი გახადა საქართველოს მეკარტოფილეობის ზონებში ცისტიან 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 დიაგონოსტიკის 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, იფარი, 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 20-25ტ/ჰა.
მეკარტოფილეობის ტრადიციულ რეგიონებში (ახალქალაქი, ახალციხე და წალკა) კარტოფილის მოსავალი უფრო მეტია - 30-35ტ/ჰა. საქართველოს ბარის ზონაში (ზღვის დონიდან 500 მ-მდე)კარტოფილს თესავენ 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 მავნებელებს 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 პატოთიპი: 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* PITSr3:5′-AGCGCAGACATGCCGCAA-3; *G. Pallida* ს PITSp4: 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 პიროსექვენირების მეთოდით. სექვენსის შედეგების კომპიუტერული ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა კომპიუტერული პროგრამები BLASTN (http://www.ncbi.n1m.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.

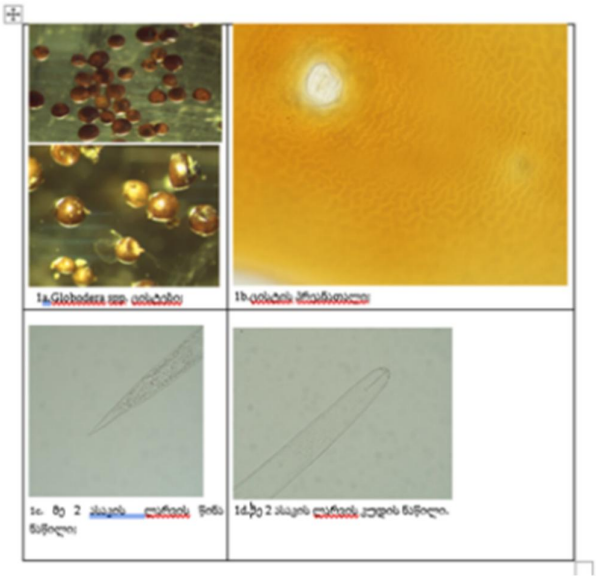
სვანეთის რეგიონში სულ აღებულ იქნა 150 მდე ნიადაგის ნიმუში. აღების ადგილებია: მესტია, აეროდრომის მიმდებარე ტერიტორია და სოფლები (უშხვანარი, ლატალი, ლანჩვალი, ჭოლა, ლახირი, იფარი, წვირიმი, ლალაიდი), სამცხეთ ჯავახეთის რეგიონში აღებულ იქნა 200 მდე ნიადაგის ნიმუში, აღების ადგილებია: ახალციხე და სოფლები (ვალე, 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 პრეანათალი 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).

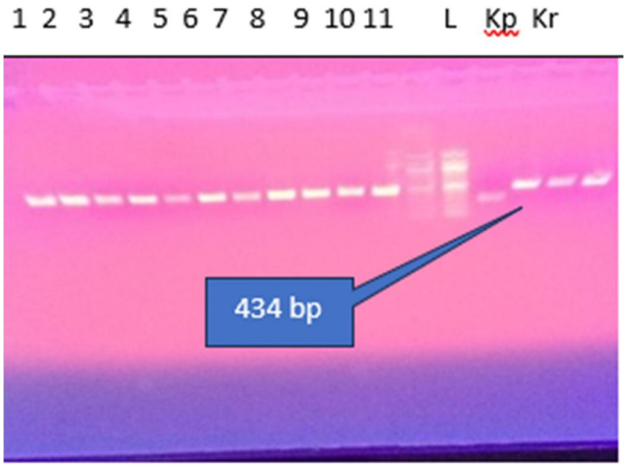
	საქართველო ჯავახეთი				**საქართველო ზემო სვანეთი**				
პოპულაცია	G. rostochi	. rostochi	Globodera sp.	Globodera sp.	G. rostochi	G. rostochi	G. rostochi	G. rostochi	G. rostochi
ცისტები პარატიპები									
n	8	10	35	10	14	20	17	11	12
სიგრძე	558 (440-689)	593 (512-734)	595 (517-728)	527 (437-682)	642 (590-688)	540 (452-666)	594 (495-693)	646 (499-690)	593 (475-694)
სიგანე	485 (332-620)	509 (416-616)	515 (437-668)	442 (280-591)	525 (468-565)	463 (380-595)	493 (415-623)	603 (476-642)	524 (396-613)
სიგრძე/სიგანე	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 ანუსიდან ფენესტრამდე	65 (53-72)	72 (47-86)	72 (68-78)	69 (58-93)	60 (49-71)	58 (53-64)	97 (79-116)	73 (60-82)	74 (62-86)
ფენესტრის ფართ.	19 (18-23)	20 (16-25)	22 (21-23)	21 (20-22)	15 -	14 (12-15)	16 (12-20)	23 (15-37)	15 -
ფენესტრის/კუდ.	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)
კუბიკულარული ტუბების რიცხვი	16	10-17	16-17	11-22	17-19	17-18	17-25	13-17	16-22
ლარვა (J2)									
n	14	-	-	-	12	20	15	6	3
სხეულის სიგრძე	421 (405-442)	- -	- -	- -	344 (330-359)	369 (360-379)	416 (401-420)	397 (367-415)	329 (316-346)
სტილეტის სიგრძე									
DGO	3.5	-	-	-	3	4	3	4	3
ჰიალინის სიგრძე	22 20-22	-	-	-	24	18-22	19-22	19-28	
კუდის სიგრძე	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 მიუთითბს ნიმუშებში *Globodera rostochiensis* გამოვლენას. კარტოფილის ოქროსფერი ნემატოდის *Globodera rostochiensis* ცისტები გამოვლინდა 120 ნიმუსში, რომელთაგან 90 იყო სვანეთის რეგიონიდან (უშხვანარი, ლაჩვალი) აღებული, ხოლო 30 სამცხეთ ჯავახეთის რეგიონიდან (სხვილისი და ვალე).



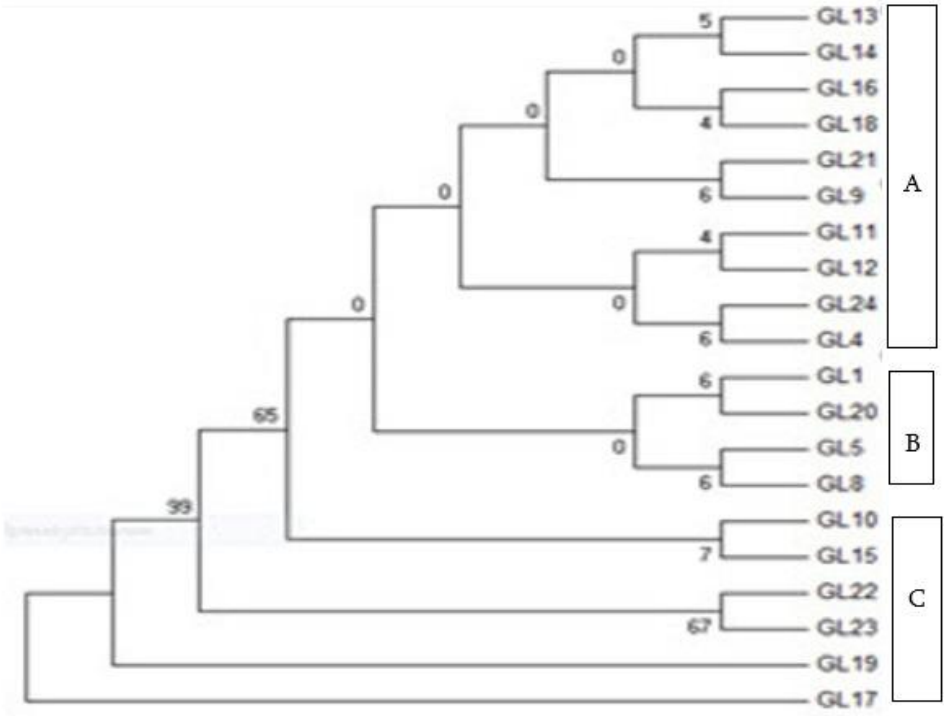
სურათი 3. პჯრ ფრაგმენტების ელექტროფორეგრამა *Globodera rostochiensis* სახეობრივი იდენტიფიკაციისათვის მულტიპლექს პჯრ-ით.
1-11 ცისტებიდან გამოყოფილი დნმ-ის ამპლიფიცირებით მიღებული პჯრ ფრაგმენტები;
L-100bp დნმ მოწმე, Kp-რეფერენს დნმ *Globodera pallida, Kr*--რეფერენს დნმ *Globodera rostochiensis (ფრაგმენტის 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.n1m.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.

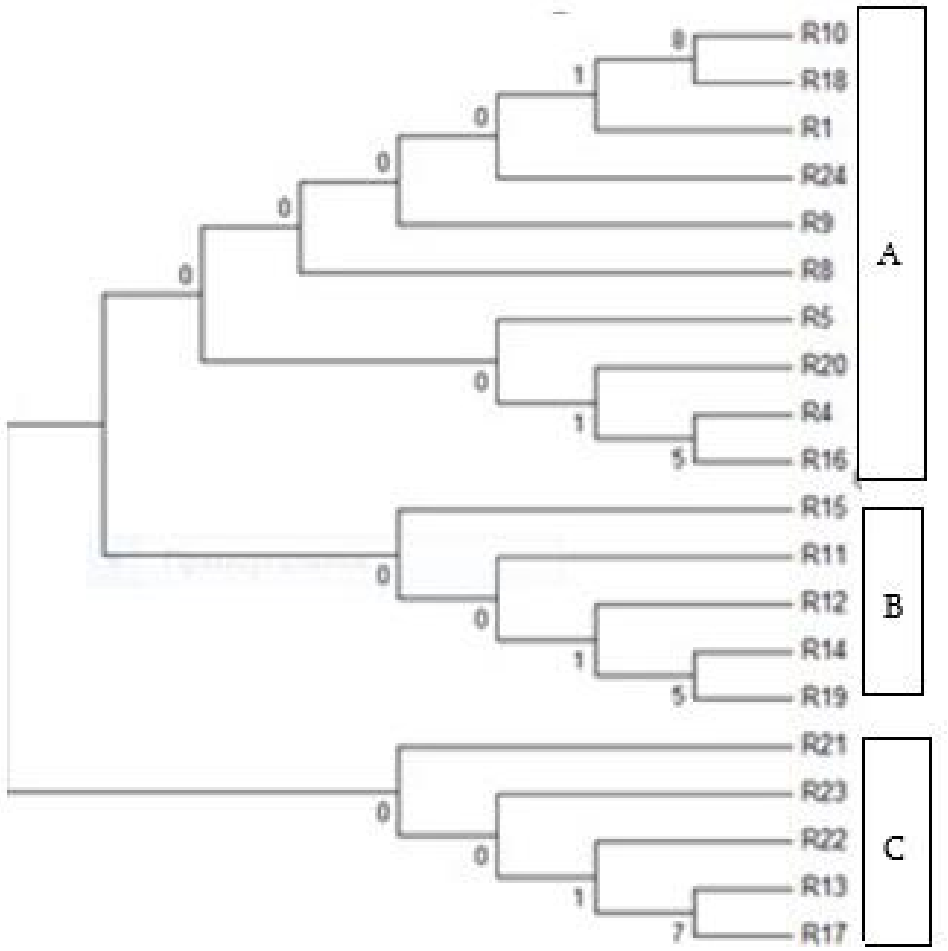
აგებულ ფილოგენეტიკურ ხეზე სამცხეთ ჯავახეთიდან და სვანეთიდან გამოყოფილი *Globodera rostochiensis* იზოლატების D3 რეგიონი წარმოდგენილია 3 კლადით (A, B და C). კლადი A იყოფა 3 ქვეკლადად; კლადი C დაყოფილია 2 ქვეკლადად. სამცხეთ ჯავახეთის იზოლატებიდან GL13, GL14, GL16, GL18 გაერთიანებულია კლად A-ს ქვეკლად 1-ში; 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 სამცხეთ ჯავახეთიდან. (სურათი 4).



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

ფილოგენეტიკური ხე ასევე აგებული იქნა სამცხეთ ჯავახეთის და სვანეთისდან მიღებული *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 სამცხეთ 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 სამცხეთ ჯავახეთიდან და და სვანეთიდან გამოყოფილი იზოლატი R19. კლადი C შეიცავს სამცხეთ 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 ცისტიანი 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 გვიჩვენება *„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
(Solanum tuberosum sp. Tuberosum (DESIREE);	+	+	+	+	+
S. tuberosum ssp. andigena (H1)	–	–	+	+	+
S.vernei G-LKS 58.1642/4	–	–	–	–	+
S.vernei G-LKS	–	+	–	–	+

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., Willamson, 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., Rumpenhorst, 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 phytonematology. Petrozavodsk, pp. 18-35 (in Russian).
- Sambrook J, Russell DW. (2001). Molecular Cloning: A Laboratory Manual, 3nd 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 restrictionfragment 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.