

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ტექნოლოგიური ფაკულტეტი

აგროეკოლოგიისა და სატყეო საქმის დეპარტამენტი

სოფიო ლოლობერიძე

**კარტოფილის კიბოს ქართული პოპულაციის პათოტიპური
სტრუქტურის შესწავლა და დაავადების კონტროლის
საშუალებების შემუშავება**

(აგრარულ მეცნიერებაში დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაცია)

სპეციალობა - მცენარეთა დაცვა

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი

ზოია სიხარულიძე

როგორც წარდგენილი სადისერტაციო ნაშრომის ავტორი, ვაცხადებ, რომ ნაშრომი წარმოადგენს ჩემს ორიგინალურ ნამუშევარს და არ შეიცავს სხვა ავტორების მიერ აქამდე გამოქვეყნებულ, გამოსაქვეყნებლად მიღებულ ან დასაცავად წარდგენილ მასალებს, რომლებიც ნაშრომში არ არის მოხსენიებული ან ციტირებული სათანადო წესების შესაბამისად.

სოფიო ლოლობერიძე ----- დეკემბერი, 2019 წ.

მადლობა

გულითადი მადლიერება მინდა გამოვხატო იმ ადამიანების მიმართ, რომლებმაც მომცეს შესაძლებლობა და დამეხმარნენ შემესრულებინა სადოქტორო ნაშრომი.

სასიამოვნო მოვალეობად ვთვლი, განსაკუთრებული მადლობა გადავუხადო გამძლეობის გენეტიკის განყოფილების უფროსს ბიოლოგიის აკადემიურ დოქტორს ზოია სიხარულიძეს, რომლის უშუალო სამეცნიერო ხელმძღვანელობით შესაძლებელი გახდა წინამდებარე კვლევის შესრულება და განყოფილების ყველა თანამშრომელს თანადგომისა და თანამშრომლობისთვის.

მადლობა უცხოელ პარტნიორებს უანგარო დახმარებისა და თანამშრომლობისთვის:

- ❖ ნიდერლანდების მცენარეთა დაცვის ორგანიზაციის რეფერალური ცენტრის წამყვან მეცნიერს გერარდ ლიუვენს კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორთა საერთაშორისო ნაკრების მოწოდებისა და მათ ლაბორატორიაში კვლევის ნაწილის ჩატარების შესაძლებლობისთვის.
- ❖ უკრაინის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის საკარანტინო ორგანიზმების კვლევის სადგურის მთავარ მეცნიერს ავრელია ზელიას კვლევის გარკვეული ნაწილის განხორციელებაში გაწეული დახმარებისთვის.

გულითად მადლობას ვუხდის ინსტიტუტის დირექტორს გურამ მემარნეს და ინსტიტუტის თითოეულ თანამშრომელს, მუდმივი ყურადღებისა და თანადგომისათვის.

მადლობა უნივერსიტეტის ტექნოლოგიური ფაკულტეტის პროფესურას სადოქტორო პროგრამის განხორციელებაში ხელშეწყობისთვის.

მადლობა შოთა რუსთაველის ეროვნულ სამეცნიერო ფონდს გრანტის მიღების შესაძლებლობისთვის.

შინაარსი

ცხრილების, ფოტოსურათებისა და დიაგრამების საძიებელი.....	6
აბრევიატურა.....	9
შესავალი.....	11
თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა.....	15
1.1. კარტოფილის კულტურის წარმოშობა და სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა.....	14
1.2. პათოგენის ბიოლოგიური, ეკოლოგიური და ეპიდემიოლოგიური თავისებურებანი.....	19
1.2.1 <i>Synchytrium endobioticum</i> -ის ადგილი სისტემატიკაში.....	19
1.2.2. კარტოფილის კიბოს სიმპტომები.....	20
1.2.3. სოკო <i>Synchytrium endobioticum</i> -ის მორფოლოგია.....	22
1.2.4. სოკო <i>Synchytrium endobioticum</i> -ის განვითარების ციკლი და პათოგენუზი.....	23
1.2.5. სოკო <i>Synchytrium endobioticum</i> -ის გავრცელება და მავნეობა	27
1.2.6. სოკო <i>Synchytrium endobioticum</i> -ის ბიოლოგიური სპეციალიზაცია.....	32
1.2.7. სოკო <i>Synchytrium endobioticum</i> -ის შიდასახეობრივი დიფერენციაცია.....	33
1.2.8. პათოტიპების დიფერენციაციისათვის გამოყენებული ჯიშ-დიფერენციატორები	40
1.2.9. კარტოფილის კიბოს კონტროლი.....	46
თავი 2. კვლევის მასალა და მეთოდები.....	49
2.1. კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალის დადგენა.....	50
2.2. დაავადებული ტუბერებისა და ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშების შეგროვება.....	52
2.3. დაავადების დიაგნოსტიკა.....	53
2.3.1. პათოგენის იდენტიფიცირება მცენარეულ ნიმუშებში კლასიკური მეთოდებით.....	53
2.3.2. პათოგენის გამოყოფა ნიადაგის ნიმუშებიდან, იდენტიფიკაცია და სიცოცხლიუნარიანობის განსაზღვრა კლასიკური მეთოდით.....	53
2.3.3. პათოგენის იდენტიფიკაცია მოლეკულური (PCR) მეთოდით..	57
2.4. პათოტიპების იდენტიფიკაცია.....	55
2.4.1. კარტოფილის საერთაშორისო ჯიშ-დიფერენციატორები.....	58
2.4.2. გლინ-ლიმერზალის მეთოდი.....	58
2.4.3. სპიკერმანის მეთოდი.....	59
2.4.4. ქოთნის ცდები.....	61
2.4.5. მინდვრის ცდა.....	62
2.5 კარტოფილის ინტროდუცირებული ჯიშების შეფასება ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე.....	63

თავი 3.	კვლევის შედეგები და განხილვა	67
3.1.	კარტოფილის კიბოს გავრცელება საქართველოში.....	67
3.2.	პათოგენის იდენტიფიცირება	70
3.2.1.	პათოგენის იდენტიფიცირება მცენარეულ ნიმუშებში კლასიკური მეთოდით	70
3.2.2.	კიბოს გამომწვევის იდენტიფიკაცია მოლეკულური ბიოლოგიით მეთოდით.....	71
3.2.3.	პათოგენის გამოყოფა და იდენტიფიკაცია ნიადაგის ნიმუშებში.....	72
3.3.	ნიადაგის ინფიცირების ხარისხის განსაზღვრა	73
3.4.	<i>S. Endobioticum</i> -ის პათოტიპების იდენტიფიცირება.....	76
3.4.1.	სოფელ დიდაჭარაში გავრცელებული <i>S. Endobioticum</i> -ის პოპულაციის ანალიზი.....	77
3.4.2.	ხულოს რაიონის სოფელ სკვანაში გავრცელებული კიბოს პოპულაციის (pw14) ანალიზი.....	85
3.4.3.	ხულოს რაიონის სოფელ უჩხოში გავრცელებული კიბოს პოპულაციის (pw15) ანალიზი.....	89
3.4.4.	ხულოს რაიონის სოფელ ძირკვამეებში გავრცელებული პოპულაციის (pw16) ანალიზი.....	94
3.4.5.	მესტიის რაიონის სოფელ უშგულში გავრცელებული <i>S.endobioticum</i> -ს პოპულაციის (pw17) ანალიზი	97
3.4.6.	პათოტიპების იდენტიფიცირების შედეგების განხილვა	101
3.5	კარტოფილის ინტროდუცირებული ჯიშების შეფასება ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე.....	104
3.5.1	ჯიშების შეფასება ს. სკვანაში გავრცელებული <i>S. Endobioticum</i> პოპულაციისადმი.....	104
3.5.2	ჯიშების შეფასება ს. უჩხოში გავრცელებული <i>S. Endobioticum</i> პოპულაციისადმი.....	107
3.5.3	ჯიშების შეფასება სოფელ დიდაჭარაში გავრცელებული <i>S.Endobioitum</i> პოპულაციისადმი.....	111
3.5.4	გარემო ფაქტორების გავლენა კარტოფილის კიბოს განვითარებაზე.....	113
3.5.5	შედეგების განხილვა.....	116
	დასკვნები.....	122
	რეკომენდაციები.....	123
	გამოყენებული ლიტერატურა.....	124

ცხრილების საძიებელი				83-
ცხრილი 1	კარტოფილის წარმოების მახასიათებლები 2014-2018 წწ. საქართველოში.....			19
ცხრილი 2	<i>Synchytrium endobioticum</i> -ის ტაქსონომია.....			20
ცხრილი 3	სოკო <i>Synchytrium endobioticum</i> -ის გავრცელება (CABI, 2013).....			29
ცხრილი 4	<i>Synchytrium endobioticum</i> –ის პათოტიპების წარმოშობა, კოდები და გავრცელება.....			38
ცხრილი 5	გერმანიაში პათოტიპების შემადგენლობის შესწავლისათვის გამოყენებული ჯიშ-დიფერენციატორები.....			41
ცხრილი 6	სსრკ-ში კარტოფილის კიბოს გამომწვევის პათოტიპების დიფერენცირებისთვის რეკომენდებული ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრები.....			43
ცხრილი 7	EPPO-ს ქვეყნებში გამოყენებული კარტოფილის დიფერენციატორთა ნაკრები და მათი რეაქცია <i>Synchytrium endobioticum</i> -ს დომინირებულ პათოტიპთა მიმართ.....			44
ცხრილი 8	EPPO (2017) მიერ შემოთავაზებული ჯიშ-დიფერენციატორები..			45
ცხრილი 9	კარტოფილის კიბოს განვითარების ინტენსივობის აღწერითი სკალა.....			51
ცხრილი 10	სპეციფიკური პჯრ-ის სარეაქციო ნარევი.....			56
ცხრილი 11	EPPO (2017) მიერ შემოთავაზებული ჯიშ-დიფერენციატორები და მათი რეაქცია მსოფლიოში დომინირებულ პათოტიპებისადმი.....			58
ცხრილი 12	სპიკერმანის სკალა.....			60
ცხრილი 13	ხულოს მუნიციპალიტეტის აგრომეტეოროლოგიური მონაცემები 2017..			65
ცხრილი 14	ხულოს მუნიციპალიტეტის აგრომეტეოროლოგიური მონაცემები 2018..			66
ცხრილი 15	კარტოფილის ნათესი ფართობების GPS კოორდინატები და გეოგრაფიული ზონების ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები			67
ცხრილი 16	კარტოფილის კიბოს ზამთრის ზოოსპორანგიებით ნიადაგის ინფიცირების ხარისხი ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში.....			73
ცხრილი 17	ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw13 მიმართ სპიკერმანის მეთოდის გამოყენებისას.....			79
ცხრილი 18	იზოლატ pw13N რეაქცია ჯიშ-დიფერენციატორების მიმართ სპიკერმანის ცდის დროს (ნიდერლანდები, 2017).....			81
ცხრილი 19	ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw13N მიმართ გლინ-ლიმერზალის ცდის დროს (ნიდერლანდები).....			82
ცხრილი 20	ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw13N მიმართ ქოთნის ცდებში.....			84
ცხრილი 21	ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw14-ის მიმართ სპიკერმანის ცდის დროს.....			86
ცხრილი 22	ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw14 მიმართ პათოგენის ქოთნის ცდებში.....			87
ცხრილი 23	კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია კიბოსადმი სავლე ცდის პირობებში (ხულო, ს.სკვანა).....			88
ცხრილი 24	ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw15 მიმართ გლინ-ლიმერზალის ცდაში.....			90
ცხრილი 25	ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw15 მიმართ, ქოთნის ცდების შედეგები.....			92

ცხრილი 26	კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია საველე ცდის დროს სოფელ უჩხოში, 2018.....	93
ცხრილი 27	ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw16 მიმართ გლინ-ლიმერზალის ცდის დროს (სოფ. ძირკვაძეები).....	94
ცხრილი 28	ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw16 მიმართ ქოთნის ცდის დროს (სოფ. ძირკვაძეები).....	96
ცხრილი 29	pw 13, pw 14 , pw 15 , pw 16 იზოლატებისა და პათოტიპ - 38 (Nevsehir) მიმართ ჯიშ დიფერენციატორების რეაქცია.....	97
ცხრილი 30	ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw17 მიმართ ცდის გლინ-ლიმერზალის ცდის დროს (სოფ. უშგული).....	98
ცხრილი 31	ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw17 მიმართ ქოთნის ცდის დროს (სოფ. უშგული).....	100
ცხრილი 32	კარტოფილის ჯიშების რეაქცია კარტოფილის კიბოს მიმართ მიდნვრის ცდაში, სოფელი სკვანა.....	105
ცხრილი 33	კარტოფილის ჯიშების რეაქცია დაავადების მიმართ ქოთნის ცდის დროს, სოფ. სკვანა.....	106
ცხრილი 34	კარტოფილის ჯიშების რეაქცია კიბოს მიმართ მიდნვრის ცდის დროს სოფელ უჩხოში.....	109
ცხრილი 35	კარტოფილის ჯიშების რეაქცია დაავადების მიმართ ქოთნის ცდის დროს, სოფ. უჩხო.....	110
ცხრილი 36	კარტოფილის ჯიშების რეაქცია დაავადების მიმართ ქოთნის ცდის დროს, ს. დიდაჭარა.....	112
ცხრილი 37	კარტოფილის ჯიშების რეაქცია კარტოფილის კიბოს მიმართ.....	116

ფოტოსურათების საძიებელი

სურათი 1	კარტოფილის კიბოს სიმპტომები.....	88-20
სურათი 2	<i>Synchytrium endobioticum</i> -ის ზამთრის (ა) და ზაფხულის (ბ) სპორანგიუმები.....	23
სურათი 3	<i>S. endobioticum</i> -ის განვითარების სასიცოცხლო ციკლი.....	26
სურათი 4	კარტოფილის კიბოს გეოგრაფიული გავრცელება (+ მონაცემები დადასტურებულია, - მონაცემები არაა დადასტურებული) (Obidiegwu et al. 2014).....	28
სურათი 5	დაავადებული კარტოფილის ტუბერები და ნიადაგის ნიმუშები..	52
სურათი 6	კარტოფილის კიბოს გამომწვევის სპორანგიუმების იდენტიფიკაცია კლასიკური მეთოდის გამოყენებით.....	55
სურათი 7	<i>Synchytrium endobioticum</i> -ის იდენტიფიკაცია სპეციფიკური პჯრ-ის გამოყენებით.....	57
სურათი 8	(ა) გლინ-ლიმერზალის ცდა და (ბ) სპიკერმანის მეთოდის მიხედვით მომზადებული კომპოსტი.....	60
სურათი 9	ქოთნის ცდები.....	62
სურათი 10	ა. მიდნვრის ცდის მოწყობა; ბ. ვეგეტაციის პერიოდი.....	63
სურათი 11	კარტოფილის კიბოს კორძის ტიპები: ა-ყვავილოვანი კომბოსტოს მსგავსი და ბ- გოფრირებული	70
სურათი 12	ზამთრის და ზაფხულის სპორანგიუმები მცენარეულ ნიმუშებში.....	71
სურათი 13	<i>Synchytrium endobioticum</i> -ის იდენტიფიცირება პჯრ-ით.....	71

სურათი 14	ნატრიუმ იოდიდის მოქმედებით; ბ. კაოლინის მოქმედებით გამოყოფილი სპორანგიუმები ნიადაგის ნიმუშებში.....	72
დიაგრამების საძიებელი		83
დიაგრამა 1	კარტოფილის წარმოება რეგიონების მიხედვით	17
დიაგრამა 2	კიბოთი ინფიცირებული მინდვრების რაოდენობა რეგიონების მიხედვით: A- არის გამოკვლეული ნაკვეთების რიცხვი, B - ინფიცირებული ნაკვეთების რიცხვი.....	68
დიაგრამა 3	დაავადების განვითარების ინტენსივობა (%) მინდვრის ცდაში, სოფელი სკვანა.....	106
დიაგრამა 4	დაავადების განვითარების ინტენსივობა (%) ქოთნის ცდაში, სოფელი სკვანა.....	107
დიაგრამა 5	დაავადების განვითარების ინტენსივობა მინდვრის ცდაში, ს. უჩხო.....	110
დიაგრამა 6	დაავადების განვითარების ინტენსივობა ქოთნის ცდაში, სოფელი უჩხო.....	111
დიაგრამა 7	დაავადების განვითარების ინტენსივობა ქოთნის ცდაში, სოფელი დიდაჭარა.....	113
დიაგრამა 8	კიბოთი ინფიცირებული ტუბერების რიცხვი (%), მიმღებ ჯიშებზე მინდვრის ცდებში.....	115
რუკების საძიებელი		83
რუკა 1	კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალი საქართველოში.....	69
რუკა 2	საკარანტინო ზონები ა.- მესტიისა და ბ.- ხულოს მუნიციპალიტეტებში.....	75

აბრევიატურა

აბრევიატურა	ინგლისურად	ქართულად
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organization	ევროპისა და ხმელთაშუა ზღვის მცენარეთა დაცვის ორგანიზაცია
NPPO	National Plant Protection Organization	მცენარეთა დაცვის ეროვნული ორგანიზაცია
PCR	Polymerase Chain Reaction	პოლიმერაზა ჯაჭვური რეაქცია
DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen)		მცენარეული უჯრედებიდან და ქსოვილებიდან, ან სოკოებიდან დნმ-ის გამოყოფის მინი ნაკრები
Plant Tissue (Mini Protocol)		მცენარეთა და სოკოვანი ქსოვილებისგან დნმ – ის გაწმენდის პროტოკოლი
µL	Microliter	მიკროლიტრი
F49	(5'-CAACACCATGTGAACTG-3')	პრიმერი F49
R502	(5'-ACATACACAATTTCGAGTTT-3')	პრიმერი R502
MgCl ₂	Magnesium chloride	მაგნიუმის ქლორიდი
dNTPs	Nucleoside triphosphate	ნუკლეოზიდტრიფოსფატი
Taq polymerase		თერმოსტაბილური დნმ პოლიმერაზა
Mm	Millimeter	მილიმეტრი
Nm	Nanometer	ნანომეტრი
Bp	Base pair	ნუკლეოტიდურ ფუძეთა წყვილი
pw13	Potato wart 13	კარტოფილის კიბოს იზოლატი N13
pw13N	Potato wart 13 Netherland	ჰოლანდიაში გაგზავნილი კარტოფილის კიბოს იზოლატი N13
pw14	Potato wart 14	კარტოფილის კიბოს იზოლატი N14
pw15	Potato wart 15	კარტოფილის კიბოს იზოლატი N15
pw16	Potato wart 16	კარტოფილის კიბოს იზოლატი N16
pw17	Potato wart 17	კარტოფილის კიბოს იზოლატი N17
Euphresco	The European Phytosanitary Research and Coordination network	ორგანიზაციების ქსელი, რომლებიც აფინანსებენ და კოორდინაციას უწევენ ეროვნულ კვლევით პროექტებს ფიტოსანიტარიის სფეროში

SENDO		კარტოფილის კიბოს გამომწვევის S.Endobioitum შემსწავლელი პროექტი
0	No reaction	რეაქცია არაა
-	Early defence necrosis	ადრეული თავდაცვითი ნეკროზი
P	Late defence necrosis	გვიანი თავდაცვითი ნეკროზი
F	Very late defence necrosis	ძალიან გვიანი თავდაცვითი ნეკროზი
R	Weakly susceptible	სუსტად მიმღები
pH	Potential of hydrogen	მჟავიანობის მაჩვენებელი

შესავალი

სადისერტაციო თემის აქტუალობა. გაეროს სასურსათო უსაფრთხოების პროგრამის თანახმად, კარტოფილი პურის შემდეგ ძირითად საარსებო კვების პროდუქტად სახელდება და იგი ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი საკვები კულტურაა საქართველოში. საქართველოს მოსახლეობამ კარტოფილის მოყვანა XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან დაიწყო. კარტოფილის პლანტაციების ძირითადი ნაწილი განლაგებულია დასავლეთ და სამხრეთ საქართველოს მაღალმთიან რაიონებში (ბადრიშვილი, 1981, ხარხელი, 2012). საქართველოში კარტოფილის მოყვანა არ ეყრდნობა ადგილობრივ სელექციას და თესლის წარმოებას. ქვეყნის ტერიტორიაზე სარგავი და სასურსათე კარტოფილის იმპორტის წილი დაახლოებით 20%-ია. საქართველოში კარტოფილი შემოაქვთ სომხეთიდან, თურქეთიდან, ირანიდან, გერმანიიდან, ნიდერლანდებიდან. ბოლო ხუთი წლის მონაცემებით საქართველოში კარტოფილი 18-20 ათას ჰექტარზე მოჰყავთ, ხოლო კარტოფილის საშუალო მოსავალი ჯერ კიდევ დაბალია და მერყეობს 8.3- 12.5ტ/ჰა ფარგლებში (საქსტატი, 2019; მდივანი და სხვ., 2019). ამის ახსნა შეიძლება აგროკლიმატური ზონების მიხედვით არადაპტირებული ჯიშების წარმოებით, სათესლე მასალის უხარისხობით, დაბალი აგროტექნიკის დონით, მელიორაციის სისტემის და პირველადი მეთესლეობის სისტემის არარსებობით, საკარანტინო ღონისძიებების დაუცველობით, მავნებელ-დაავადებების (მათ შორის, საკარანტინო მავნე ორგანიზმების) გავრცელებით და სხვა.

კარტოფილი მრავალგვარი სოკოვანი, ბაქტერიული და ვირუსული მიკროორგანიზმებით გამოწვეული დაავადებით შეიძლება დასენიანდეს, რის შედეგადაც მცირდება და უარესდება მოსავლის ხარისხი და რაოდენობა. კარტოფილის დაავადებებს შორის მაღალი მავნეობით გამოირჩევა საკარანტინო დაავადება - კარტოფილის კიბო, რომელსაც იწვევს ნიადაგში გავრცელებული ობლიგატური ბიოტროფული სოკო - *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc (Franc, 2007). პათოგენი შეტანილია EPPO-სა (EPPO, 2019) და საქართველოს მცენარეთა საკარანტინო ობიექტების A2 ნუსხაში, როგორც შეზღუდულად გავრცელებული საკარანტინო ობიექტი (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, 2006). კარტოფილის კიბო მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში სამხრეთ ამერიკიდან გავრცელდა ინფიცირებული ტუბერებით (Baayen, et al., 2006, Hampson M., 1993). პირველად ევროპაში დაავადება

აღმოაჩინეს დიდ ბრიტანეთში 1896 წელს (USDA, 2007). იგი მსოფლიოს 55 ქვეყანაში არის რეგისტრირებული, მათ შორის ჩვენს მეზობელ ქვეყნებშიც (რუსეთი, თურქეთი) (CABI & EPPO, 2019). საქართველოში კიბო პირველად 2009 წელს დააფიქსირეს ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფელ დიდაჭარასა და ტაბახმელაში. 2010-2012 წლებში დაავადება აღმოაჩინეს კიდევ სხვა სოფლებში კარტოფილის სხვადასხვა ჯიშებზე: აგრია, ფინკა, პიკასო და მარფონა (Gorgiladze, et al., 2014). მოგვიანებით კი დაავადების კერები აღმოჩენილი იქნა მესტიის მუნიციპალიტეტის 2 სოფელში (Ghogoberidze, et al., 2018).

დაავადებული კარტოფილის გაყიდვა ბაზარზე შეუძლებელია კიბოს პროლიფერაციული წარმონაქმნების გამო, რომლებიც ვითარდება მცენარის ვეგეტაციის განმავლობაში და აგრძელებს განვითარებას მოსავლის აღების შემდეგ პერიოდშიც (Hampson & Coombes, 1985). სოკოს მსვენებარე სპორანგიუმები ნიადაგში 20-40 წლის განმავლობაში ინარჩუნებენ სიცოცხლისუნარიანობას და იწვევენ კარტოფილის ტუბერების დაავადებას (Laidlaw, 1985; Putnam & Sindermann, 1994; Franc, 2007; Przetakiewicz, 2015). დაავადების განვითარების ხელსაყრელ პირობებში კიბოს მიერ გამოწვეულმა დანაკარგმა შეიძლება მიაღწიოს 50-100% (Hampson M., 1993, Melnik, 1998).

გარდა ამისა, სოკო წარმოქმნის ახალ პათოტიპებს, რომლებიც იწვევენ უკვე არსებული კარტოფილის გამძლე ჯიშების დაავადებას. დღეისათვის სოკოს 40-მდე პათოტიპია ცნობილი. მათ შორის ევროპაში ფართოდ გავრცელებული პათოტიპებია 1(D1), 2(G1), 6(O1), 8(F1) და 18(T1) (Jeger, et al., 2018; Obidiegwu, et al., 2014; OEPP/EPPO, 2004).

კარტოფილის კიბოს კონტროლი ძალიან რთულია სოკოს ბიოლოგიური თავისებურებებისა და სხვა გარემოებების (ფართო გეოგრაფიული გავრცელება, მაღალი მავნეობა, ხანგრძლივი სიცოცხლისუნარიანობა ნიადაგში, მაღალი პლასტიურობა, პათოგენის დისემინაციის მრავალი გზა) გამო.

იმისათვის, რომ მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი დაავადებების მიერ გამოწვეული დანაკარგები, აუცილებელია დროულად და ზუსტად იქნას იდენტიფიცირებული დაავადების გამომწვევი, შესწავლილი იქნას პათოგენის სხვადასხვა ბიოლოგიური

მახასიათებლები, მავნეობის ხარისხი და შემუშავებული იქნას დაავადების კონტროლის ახალი ეფექტური საშუალებები.

კვლევის მიზნები და ამოცანები. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს გამომწვევი სოკოვანი პათოგენის *Synchytrium endobioticum* - ის პოპულაციის გავრცელებისა და განვითარების თავისებურებების შესწავლა და დაავადების წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური საშუალებების შემუშავება. მიზნის მისაღწევად კვლევა განხორციელდა შემდეგი ამოცანების მიხედვით:

1. კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალის, საკარანტინო ზონების და გავრცელება-განვითარების ინტენსივობის დადგენა;
2. კარტოფილის კიბოს გამომწვევის *Synchytrium endobioticum*-ის იდენტიფიცირება კლასიკური და მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდების გამოყენებით;
3. კარტოფილის კიბოს გამომწვევის *Synchytrium endobioticum*- ის პათოტიპთა იდენტიფიცირება ჯიშ- დიფერენციატორთა საერთაშორისო ნაკრების გამოყენებით;
4. კარტოფილის ინტროდუცირებული ჯიშების პირველადი შეფასება ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე კიბოსადმი გამძლე გენოტიპების გამორჩევის მიზნით.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა საქართველოში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს გამომწვევის *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival პოპულაცია.

კვლევის მასალას წარმოადგენდა კიბოთი ინფიცირებული ნიადაგისა და მცენარეული მასალის ნიმუშები და ასევე კარტოფილის კიბოს გამომწვევის *Synchytrium endobioticum* პათოტიპური სტრუქტურის შესწავლის მიზნით გამოყენებული კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორები და კარტოფილის კომერციული ჯიშები.

სამეცნიერო სიახლე. საქართველოში პირველად განხორციელდა საკარანტინო დაავადების - კარტოფილის კიბოს შესწავლა ნაწილობრივ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დოქტორანტურის საგრანტო პროექტის ფინანსური მხარდაჭერით. ნიდერლანდების მცენარეთა დაცვის ეროვნული ორგანიზაციასთან და უკრაინის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტთან საგრანტო პროექტის ფარგლებში ჩამოყალიბებული თანამშრომლობის შედეგად შესაძლებელი გახდა პირველად

საქართველოში დაგვედგინა კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალი, გავრცელების და განვითარების დონე, დაავადების გავრცელების ადგილებში ნიადაგის ინფიცირების ხარისხი, საკარანტინო და ბუფერული ზონები, ხულოსა და მესტიის რაიონში დაავადების კონკრეტულ კერებში დაავადების გამომწვევი სოკოვანი პათოგენის პათოტიკური შემადგენლობა. ასევე შეფასებული იქნა საქართველოში შემოტანილი 49 ჯიშის კიბოსადმი გამძლეობის დონე და გამოვლენილი იქნა დაავადებისადმი გამძლე ჯიშები.

ნაშრომის თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა. წარმოდგენილი კვლევა მნიშვნელოვანია თეორიული და პრაქტიკული თვალსაზრისით, რადგან მიღებული შედეგები მეტად ღირებულია დაავადებისგან კარტოფილის დაცვის ღონისძიებების, და ზოგადად, სტრატეგიის შესამუშავებლად. განხორციელებული კვლევა პასუხობს იმ ვალდებულებებს, რომელიც „კარტოფილის კიბოს კონტროლის წესის“ შესახებ საქართველოს მთავრობის დადგენილებით (#305, 2015 წლის 25 ივნისი) (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, 2015) არის განსაზღვრული და კვლევის შედეგები მეტად სასარგებლოა სოფლის მეურნეობის სამინისტროს, სხვა სამთავრობო ორგანიზაციებისა და კერძო კომპანიებისათვის დაავადების კონტროლის სტრატეგიის შემუშავებისა და ქვეყანაში შემოსატანად კარტოფილის ჯიშების შერჩევის თვალსაზრისით.

კვლევის შედეგების აპრობაცია. კვლევის შედეგები წარდგენილი იყო შემდეგ საერთაშორისო სამეცნიერო ფორუმებზე სასტენდო და ზეპირი მოხსენებების სახით:

- კარტოფილის კიბოს ვორკშოპი, ვაგენინგენი, ნიდერლანდები, 2019 წლის 26-28 ივნისი;
- საერთაშორისო კონფერენცია: „მიკრობები და მათი ვირუსები: ეკოლოგია, მრავალფეროვნება, გამოყენება“, თბილისი, საქართველო, 2019 წლის 22-27 სექტემბერი;
- საერთაშორისო კონფერენცია: „მცენარეთა დაცვა და კარანტინი“, უკრაინა, 2018 წელი;
- სოფლის მეურნეობის მე-9 საერთაშორისო სიმპოზიუმი, იაროხინა, ბოსნია და ჰერცეგოვინა, 2018 წლის 3-6 ოქტომბერი.

სადისერტაციო თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 3 და 2 მიღებულია გამოსაქვეყნებლად საერთაშორისო რეცენზირებად სამეცნიერო ჟურნალებსა და საერთაშორისო კონფერენციის მასალებში.

თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. კარტოფილის კულტურის წარმოშობა და სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა შორის კარტოფილს მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია. გაეროს სასურსათო უსაფრთხოების პროგრამის თანახმად, კარტოფილი პურის შემდეგ ძირითად საარსებო კვების პროდუქტად სახელდება (FAO, 2014). 2017 წელს მისმა გლობალური წარმოებამ 388,191,000 მილიონ ტონას მიაღწია (FAOSTAT, 2019).

კარტოფილი ძალყურძენასებრთა *Solanaceae*-ს ოჯახს განეკუთვნება, იგი მრავალწლიანი ტუბერიანი მცენარეა. *Solanum*-ის გვარის ორი სახეობა (*Tuberarium*-ის სექციიდან) ივითარებს ტუბერებს. 2000-მდე ველური და კულტურული სახეობიდან, კულტურაში დანერგილია, უმთავრესად, ორი მონათესავე სახეობა: ანდიური კარტოფილი (*Solanum andigenum*) და ჩილური კარტოფილი (*Solanum tuberosum*). ისინი ფართოდაა გავრცელებული ზომიერი ჰავის ქვეყნებში (ბადრიშვილი, 1981; ხარხელი, 2012), თუმცა მსოფლიოში გავრცელებული ჯიშების 99% მიღებულია ჩილური კარტოფილისგან (Ames & Spooner, 2008).

კარტოფილი (*Solanum tuberosum* L.) გარემო პირობების მიმართ დიდი შემგუებლობით გამოირჩევა. მისი გაღვივებისთვის საკმარისია 5-6°C, ხოლო ოპტიმალური ტემპერატურაა 13-15°C, ღერო-ფოთლების ზრდისა და ყვავილობისათვის მეტად ხელსაყრელია 20-25°C სითბო. 30°C -ზე ზრდა ფერხდება, ხოლო 35°C -ს ზევით სრულად წყდება. კარტოფილი კარგად იტანს ნიადაგის მჟავიანობას pH 5-7, ხოლო 5-ზე ქვევით და 7-ზე ზევით მცენარე კნინდება. დაუშვებელია კარტოფილის მოყვანა მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე (ანტონოვა, et al., 2019).

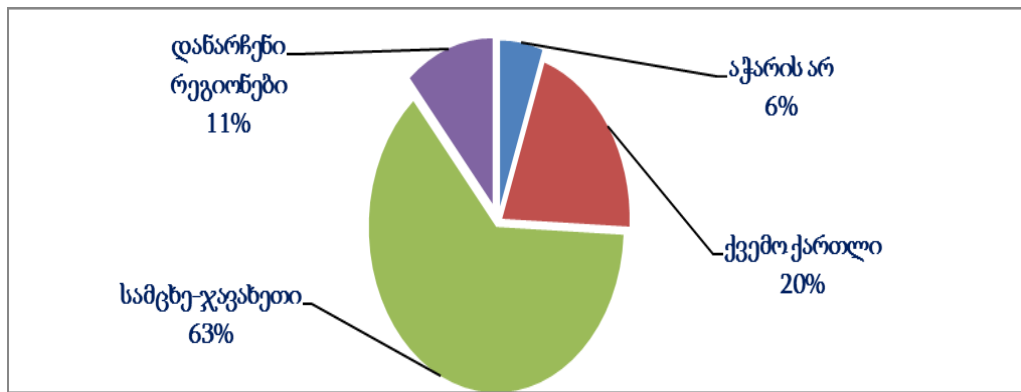
კარტოფილის ტუბერი (გორგლი) ღეროს მიწისქვეშა სახეცვლილებაა. მის ზედაპირზე ჩაღრმავებებში 3-4 კვირტიანი თვლები ზის. გორგლის ფორმა შეიძლება იყოს მომრგვალო, წაგრძელებული სხვა. გარეგანი შეფერილობა და რბილობის ფერი — თეთრი, ყვითელი, ვარდისფერი, წითელი და ლურჯი (ბადრიშვილი, 1981). კარტოფილის ტუბერის ქიმიური შემადგენლობა იცვლება არა მარტო ჯიშის, წლის მეტეოროლოგიური და ნიადაგური პირობების, არამედ აგროტექნიკის მიხედვით

(ანტონოვა, წიკლაური, გოგიჩაიშვილი, & კაკაბაძე, 2019). მისი ტუბერი საშუალოდ შეიცავს 77 % წყალს და 23 % მშრალ ნივთიერებას, მ. შ. 17,5 % სახამებელს, 0,5 % შაქარს, 1-2 % ცილას, 1 %-მდე მინერალურ მარილებს, აგრეთვე -ვიტამინებს (FAO, 2008).

კარტოფილის სამშობლო სამხრეთ და ცენტრალური ამერიკაა. ევროპაში კარტოფილი ჩილედან ესპანელებმა 1565 წელს შეიტანეს. დღეისათვის კარტოფილი გავრცელებულია და მოჰყავთ მსოფლიოს თითქმის ყველა ქვეყანაში (List of countries by potato production, 2018). კარტოფილის დიდი გავრცელება და წარმოება გამოწვეულია იმ ძვირფასი თვისებებით, რაც ამ მცენარეს აქვს სახალხო - სამეურნეო მნიშვნელობის თვალსაზრისით. კარტოფილი გამოიყენება ცხოველთა კვებისათვის, ასევე, ის არის ნედლეული სპირტისა და სახამებლის მიღებისათვის. კარტოფილს დიდი მნიშვნელობა აქვს აგროტექნიკური თვალსაზრისითაც, როგორც საუკეთესო წინამორბედ სათოხნ მცენარეს თავთავიანი კულტურებისათვის (Arnarson, 2019; (ბადრიშვილი, 1981; ხარხელი, 2012).

საქართველოს მოსახლებამ კარტოფილის მოყვანა XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან დაიწყო. საქართველოს სოფლის მეურნეობისათვის ეს კულტურა ღირშესანიშნავია, რადგან მას ახასიათებს კლიმატისადმი შეგუების დიდი უნარი. საქართველოში კარტოფილს თესავენ უმთავრესად ახალქალაქის, ახალციხის, წალკის, დმანისის, თეთრიწყაროს, ხულოს, შუახევის რაიონებში. იგი მოჰყავთ მთაში (ნინოწმინდის რაიონი, სვანეთი, რაჭა და სხვ.), სადაც ნათესები ზღვის დონიდან 2200-2300 მ-მდე აღწევს. კარტოფილი მოჰყავთ ისეთ სიმაღლეზე, სადაც შეუძლებელია სხვა კულტურების მოყვანა. 70-იან წლებში ფართოდ გავრცელდა საადრეო კარტოფილის მოყვანა უმთავრესად ბოლნისის რაიონში. საქართველოს ბარის ზონაში კარტოფილს თესავენ ზაფხულშიც, თავთავიანი პურეულის აღების შემდეგ და მეორე მოსავალს იღებენ. ამ ზონაში (ზღვის დონიდან 500 მ-მდე) საადრეო მოსავლის მისაღებად კარტოფილი შეიძლება დაითესოს შემოდგომაზეც - ნოემბერში. საქართველოს ჰავისა და ნიადაგის პირობები საშუალებას იძლევა თავთავიანი პურეულის აღების შემდეგ, ზაფხულში დარგვის გზით, იმავე წელს მოყვანილი იქნას კარტოფილის დამატებითი მოსავალი, როგორც სანაწვერელო კულტურა (კარტოფილის მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიები ფერმერთათვის, 2019; ანტონოვა, სხვ., 2019).

საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის „საქსტატის“ მონაცემებით, საქართველოში კარტოფილის წარმოება რეგიონების მიხედვით შემდეგნაირია: საერთო მოცულობის 63% იწარმოება სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში, 20% - ქვემო ქართლში, 6% - აჭარაში, ხოლო 11%-საქართველოს დანარჩენ რეგიონებში (შპს „სმედა“ 2017), (დიაგრამა 1).



დიაგრამა 1. კარტოფილის წარმოება რეგიონების მიხედვით

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში მეკარტოფილეობის სექტორში, ძირითადად მოღვაწეობენ წვრილი ოჯახური მეურნეობები.

ვეგეტაციის მიხედვით კარტოფილის ჯიშები იყოფა: ძალზე საადრეო, საადრეო, საშუალოდ-საადრეო, საშუალოდ საგვიანო და საგვიანო ჯგუფებად: **ძალზე საადრეო** - ტუბერების მომწიფება სრულდება დაახლოებით 60 დღეში, მიწისზედა ნაწილი ხმება დაახლოებით 80 დღეში. **საადრეო** - ტუბერების მომწიფება სრულდება 60-70 დღეში, მიწისზედა ნაწილი ხმება 80-90 დღეში. **საშუალოდ-საადრეო** - ტუბერების მომწიფება სრულდება 70-100 დღეში, მიწისზედა ნაწილი ხმება 100-125 დღეში. **საშუალოდ-საგვიანო** - ტუბერების მომწიფება სრულდება 100-110 დღეში, მიწისზედა ნაწილი ხმება 125-140 დღეში. **საგვიანო** - ტუბერების მომწიფება სრულდება 110-120 დღეში, მიწისზედა ნაწილი ხმება 140-150 დღეში (კარტოფილის მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიები ფერმერთათვის, 2019).

საადრეო კარტოფილი მზად არის ასაღებად მაისსა და ივნისში, საშუალო კარტოფილი- ივლისსა და აგვისტოში და საგვიანო კარტოფილი- სექტემბერსა და ოქტომბერში. სათბურში კულტივაციის შემთხვევაში, კარტოფილის აღება შესაძლებელია აპრილის ბოლოს ან მაისის დასაწყისში, რასაც ახორციელებენ

დედოფლისწყაროს სოფლებში - სამთაწყაროსა და ფიროსმანში, ასევე შავი ზღვის რეგიონში; საგვიანო კარტოფილი მოდის სამცხე-ჯავახეთში. საადრეო, საშუალო და საგვიანო კარტოფილის ჯიშები განაწილებულია აჭარასა და ქვემო ქართლში; რაც შეეხება სვანეთს, იქ ძირითადად საგვიანო კარტოფილი მოდის; ლეჩხუმში მოდის საშუალო კარტოფილი (ანტონოვა და სხვ., 2019).

კარტოფილის თითოეული ჯიში, გარდა გარეგნული ნიშნებისა, ხასიათდება თავისებური გემოთი, ქიმიური შემადგენლობით, დაავადების მიმართ გამძლეობით, შენახვის უნარით და სხვ. სახალხო-სამეურნეო გამოყენების მიხედვით მათ ჰყოფენ სუფრის, საქარხნო, პირუტყვის საკვებ და უნივერსალურ ჯიშებად (ბადრიშვილი, 1981):

სასუფრე კარტოფილს უნდა ახასიათებდეს მაღალი საგემოვნო თვისებები, ჩქარი ხარშადობა, მაგრამ ხარშვისას არ უნდა მაგრდებოდეს და არც იშლებოდეს. ზამთარში კარგი შენახვის უნარით.

საკვები ჯიშის კარტოფილისათვის ტუბერის ფორმას, თვლების რაოდენობას და სიღრმეს, აგრეთვე, საგემოვნო თვისებებს მნიშვნელობა არა აქვს, მაგრამ მთავარია უხვმოსავლიანობა, მშრალი ნივთიერებათა და ცილის (4-4,5 %) დიდი რაოდენობით შემცველობა. საკვები ჯიშის ტუბერებში ცილებისა და სახამებლის შემცველობა უდრის 1:8 - 1:12.

საქარხნე ჯიშებს, პირველ რიგში უნდა ახასიათებდეს სახამებლის მაღალი შემცველობა - არანაკლებ 18%-ისა, სახამებლის მსხვილმარცვლიანობა და სპირტის მაღალი გამოსავლიანობა.

უმაღლესი ჯგუფის ჯიშებისთვის დამახასიათებელია სახამებლის გადიდებული შემცველობა, რაც შესაძლებლობას გვაძლევს გამოვიყენოთ როგორც სასურსათოდ, ასევე ტექნიკური გადამუშავებისათვის.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, საქართველოში კარტოფილის მოყვანა არ ეყრდნობა ადგილობრივ სელექციას და თესლის წარმოებას. დღეს წარმოებაშია საქართველოში მოღვაწე უცხოურმა ორგანიზაციების მიერ შემოტანილი ჯიშები. საქსტატის მონაცემებით ბოლო წლებში საქართველოში კარტოფილი 18-25 ათ. ჰა-ზე ეთესა. საქართველოში კარტოფილის საშუალო მოსავლიანობა 2014-2018 წლებში მერყეობდა 8.3-12.8 ტ/ჰა ფარგლებში (საქსტატი, 2019) (ცხრ. 1).

ცხრილი 1. კარტოფილის წარმოების მახასიათებლები 2014-2018 წწ. საქართველოში

	2014 წ.	2015 წ.	2016 წ.	2017 წ.	2018 წ.
კარტოფილის წარმოება ათასი ტონა	215.3	206.5	249.0	180.1	218.1
საშუალო მოსავლიანობა ტ/ჰა	11.7	8.3	12.3	9.0	12.8
ნათესი ფართობი, ათასი ჰა	18.3	25.1	20.4	19.8	21.5

მიუხედავად იმისა, რომ ახალქალაქის, ახალციხისა და წალკის რაიონებში კარტოფილის მოსავალი უფრო მეტია (დაახლოებით - 30-35ტ/ჰა), ზემოთმოყვანილი მონაცემების მიხედვით კარტოფილის საშუალო საჰექტარო მოსავლიანობა დაბალია, რაც მეტყველებს იმაზე, რომ საქართველოში, მეკარტოფილეობის სექტორის ეფექტურობის დონე მნიშვნელოვნად ჩამორჩება განვითარებული ქვეყნების საშუალო მაჩვენებელს (50-60 ტონა/ჰა). ეს აიხსნება მრავალი ფაქტორით, რომელთა შორის დაავადებების როლი ძალიან მნიშვნელოვანია.

1.2. პათოგენის ბიოლოგიური, ეკოლოგიური და ეპიდემიოლოგიური თავისებურებანი

1.2.1. *Synchytrium endobioticum*-ის ადგილი სისტემატიკაში

კარტოფილის კიბოს გამომწვევი პათოგენი *Synchytrium endobioticum* პირველად აღწერა შილბერსკიმ 1896 წელს და უწოდა *Chrysophlyctis endobioticum* (Schilberszky, 1896). რვაწლიანი კვლევის შემდეგ შილბერსკიმ პათოგენი ქიტრიდიომიცეტების განყოფილებას მიაკუთვნა (Chytridinea). მოგვიანებით, 1910 წელს, პათოგენის ბიოლოგიისა და სისტემატიკის დეტალურად შესწავლის შემდეგ, პერსივალმა შეცვალა სოკოს სახელწოდება და პათოგენს *Synchytrium endobioticum* უწოდა (Percival, 1910). დღეისათვის, Index Fungorum-ის მონაცემთა ბაზაში პათოგენი კლასიფიცირებულია შემდეგ ტაქსონომიურ ერთეულებში (Fungorum, 2019) (ცხრ. 2):

ცხრილი 2. *Synchytrium endobioticum* -ის ტაქსონომია

სამეფო:	<i>Fungi</i>
განყოფილება:	<i>Chytridiomycota</i>
კლასი	<i>Chytridiomycetes</i>
რიგი	<i>Chytridiales</i>
ოჯახი	<i>Synchytriaceae</i>
გვარი	<i>Synchytrium</i>
სახეობა	<i>S. endobioticum</i> (Schilb.) Percival
სინონიმები	<i>Chrysophlyctis endobiotica</i> Schlib., <i>Synchytrium solani</i> Massee

1.2.2. კარტოფილის კიბოს სიმპტომები

სოკო *S. endobioticum* –ის მიერ გამოწვეულ დაავადებას უწოდებენ „კარტოფილის კიბოს“ ტუბერებზე მეჭეჭებიანი გამონაზარდების (კორძების) არსებობის გამო, რომლებიც იშვიათად წარმოიქმნება ღეროზე, ფოთლებზე და ყვავილებზე (სურ. 1) (Hooker, 1981).



სურათი 1. კარტოფილის კიბოს სიმპტომები

ტუბერებზე პროლიფერაციული გამონაზარდები შეიძლება იყოს სფეროსებრი, ან არასწორი ფორმის. თავდაპირველად ინფექცია წარმოიქმნება კარტოფილის თვლებში, რომელიც შემდეგ შეიძლება გაიზარდოს მოცულობაში და მოიცვას მთელი ტუბერი. მიწისზედა კორძები, რომლებიც იშვიათად წარმოიქმნება, მწვანე ფერისაა, მაგრამ

შემდეგ შავდება. მიწისქვეშა კორძები თეთრია ან ყავისფერი და ლპობისას შავდება. ადრეული ინფიცირებისას, ახალგაზრდა განვითარებადი ტუბერები დეფორმირდება, ხდება ღრუბლოვანი და ძნელად შესაცნობი. ძველ ტუბერებში, თვლები ინფიცირდება და ვითარდება დამახასიათებელი, ყვავილოვანი კომბოსტოს მსგავსი კორძები. ისინი თავდაპირველად მოთეთროა (ან მწვანე თუკი სინათლეზე იმყოფება), მაგრამ თანდათანობით შავდება და საბოლოოდ ლპება და იშლება. მსგავსი კორძები შეიძლება არსებობდეს სტოლონებზე. ფესვები არ ინფიცირდება. პატარა მომწვანო კორძები შეიძლება წარმოიქმნას საჰაერო კვირტების ადგილზე. ასევე შეიძლება დაზიანდეს ფოთლები. დაავადება არ კლავს მასპინძელს. დაავადების მიწისქვეშა სიმპტომები არ ვლინდება მოსავლის აღებამდე (OEPP/EPPO, 2004).

პათოგენის მსგავსება სოკოს სხვა სახეობებთან - ნიადაგში არსებული ყვავილის მტკრის მარცვლები *Synchytrium*-ს სპორანგიუმის მსგავსია. ფსევდო კიბოს შემთხვევაში კარტოფილის ერთ თვალში ყველა კვირტის ერთდროული გაღივება იწვევს კიბოს მსგავსი გამონაზარდების წარმოქმნას. თუმცა **ფსევდო კიბო** შედგება მრავალრიცხოვანი წვეტიანი ყლორტისაგან, რომელიც ერთადაა თავმოყრილი და არ ლპება მომწიფებისას, არ აქვს ზამთრის სპორანგიუმი. ყლორტის ცალკეული მწვერვალი ნაკლებად შესივებულია და უფრო მეტად ადვილად შესაცნობია, როგორც კვირტი. კარტოფილის **ფხვიერი ქეცი** - *Spongospora subterranea f.sp. subterranea* იწვევს მასპინძელი მცენარის ტუბერების უჯრედების დაყოფას და წარმოქმნის ქერქლის მსგავს წარმონაქმნებს. დაზიანების შიგნით შეიმჩნევა ოვალური, უსწორო, წაგრძელებული მსვენებარე სპორები (3.5 – 4.5 მკმ დიამეტრის). ის აზიანებს ფესვებსაც. კარტოფილის **გუდაფშუტა** გამომწვევის *Thecaphora solani*-ის მიერ ინფიცირებული ტუბერები დეფორმირდება და აქვს ზედაპირზე კიბოს მსგავსი გამონაზარდები. გაჭრისას მრავალრიცხოვანი მოყავისფერო-შავი სორუსები შეიმჩნევა, რომელიც მოიცავს 7.5 – 20 × 8 – 18 მკმ დიამეტრის სპორებს. ის საკარანტინო პათოგენია, რომელიც არ არსებობს EPPO-ს რეგიონში (OEPP/EPPO, 2004).

1.2.3. სოკო *Synchytrium endobioticum*-ის მორფოლოგია

კარტოფილის კიბოს გამომწვევი პათოგენი ობლიგატური, ჰოლოკარპული სოკოვანი ენდოპარაზიტია, რომელიც ბინადრობს ნიადაგში (Franc, 2007; Obidiegwu, et al., 2014; Jeger, et al., 2018). სოკო არ წარმოქმნის ჰიფებს. კოლონიალური თალუსი წარმოქმნის რამდენიმე სპორანგიუმს ან გამეტანგიუმს, რომელებიც ერთმემბრანიან სორუსშია მოთავსებული (Alexopoulos, et al., 1996). სპორანგიუმები ორი ტიპისაა: ზაფხულისა და ზამთრის.

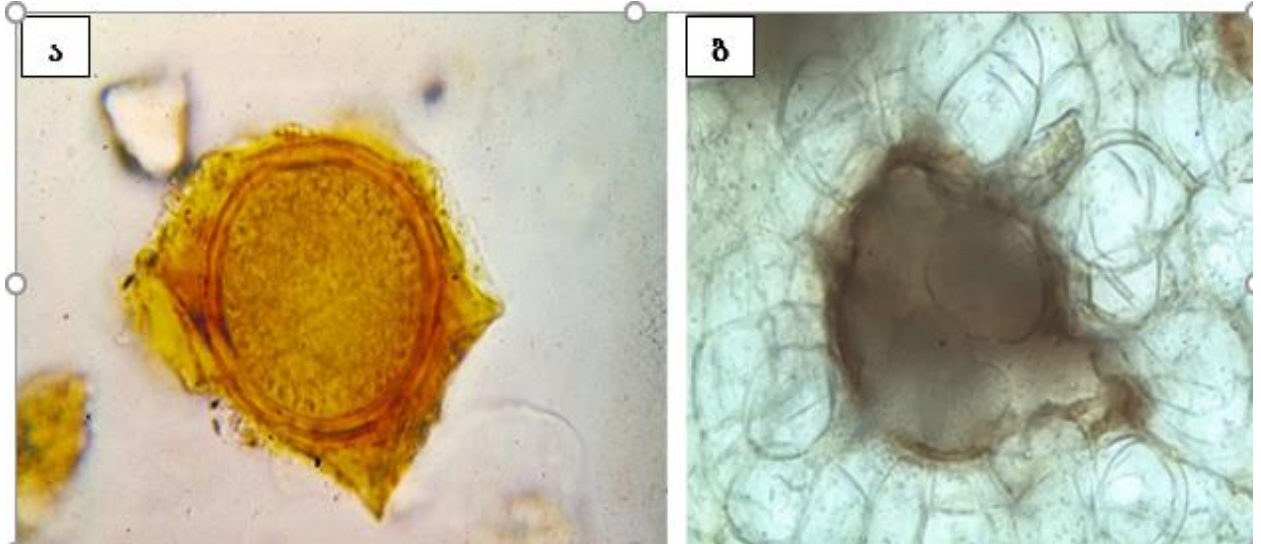
ზაფხულის სპორანგიუმები ვითარდება კარტოფილის ინფიცირებულ ქსოვილში, რომელიც იწვევს მეორად ზოოსპორულ ინფექციას. ისინი თხელკედლიანია, გამჭვირვალე, ზომით 25-75 მკმ დიამეტრის და მიკროსკოპის საშუალებით მათში შეიძლება ზოოსპორების დანახვა (სურ. 2-ბ) (AU-DAFF, 2011; OEPP/EPPO, 2004).

ზამთრის სპორანგიუმები (მსვენებარე სპორანგიუმები) ცოცხლობენ ნიადაგში 50 სმ სიღრმეში 30 წელზე მეტს (Przetakiewicz, 2015), რომელებიც ნიადაგში გამოთავისუფლდება კიბოს კორძების გახრწნის შემდეგ. ისინი უსეპტო, ოქროსფერ-მოყავისფერო ან მუქი ყავისფერი შეფერილობისაა, ძირითადად სფერული ან ოვალური ფომის, 25-75 მკმ დიამეტრის. სპორანგიუმს გააჩნია სქელი, სამშრიანი კედლი. აქედან, ყველაზე ღრმად მდებარე მემბრანა თხელი და გამჭვირვალეა, ხოლო გარეთა გარსი წარმოადგენს მასპინძელი მცენარის არაორგანიზებული უჯრედებისაგან შემდგარ, არათანაბრად გასქელებულ, ღაროვან შრეს (Obidiegwu, et al., 2014). სწორედ, ამ მორფოლოგიური მახასიათებელით განსხვავდება *S. Endobioticum*-ის სპორანგიუმი *Synchytrium*-ის გვარის დანარჩენი სახეობებისაგან. ჰამპსონმა (Hampson M., 1996) აღმოაჩინა, რომ ზამთრის სპორანგიუმი შეიცავს ალომელანინს, რომელიც იცავს სპორანგიუმს რადიაციის, ენზიმური ლიზისის, მაღალი ტემპერატურის და ა. შ. ზემოქმედებისაგან და ხელს უწყობს მის სიცოცხლის ხანგრძლივობას ნიადაგში (სურ.2-ა).

ზოოსპორები დაახლოებით 3 მკმ დიამეტრისაა, სფერული ან მოგრძო ფორმის და გააჩნიათ ერთი ლიპიდური ჩანართი წინა ნაწილში. ზოოსპორას გააჩნია ერთი შოლტი, რომლის სიგრძე 17მკმ. ლიპიდური ჩანართი არის ერთადერთი სტრუქტურული დეტალი, რომელიც სინათლის მიკროსკოპში მოსჩანს. მასპინძელი მცენარის არარსებობის შემთხვევაშიც კი ზოოსპორები წყალში ადვილად ინციტირებენ. რიბისომები თანაბრადაა მიმოფანტული ციტოპლაზმაში.

ზოოსპორები ღვივდება პროსორუსებში და შემდეგ ვითარდება სორუსებში, რომლებიც წარმოადგენენ სპორანგიუმების დაჯგუფებებს (Hampson, 1986; Obidiegwu, et al., 2014).

სურათი 2. *Synchytrium endobioticum*-ის ზამთრის (ა) და ზაფხულის (ბ) სპორანგიუმები



პროსორუსი– ოვალური, უსეპტო, გლუვი, თხელკედლიანი, ღია ოქროსფერ-მოყავისფერო შეფერილობისაა, 40-50 მკმ დიამეტრის, რომელიც ჩვეულებრივ განლაგებულია მცენარის ინფიცირებული უჯრედის ფსკერზე. მცენარის ინფიცირებულ უჯრედში შესაძლებელია იყოს 4-მდე პროსორუსი (AU-DAFF, 2011). ქურთისი აღნიშნავს, რომ პროსორუსი არის „ზოოსპორანგიუმის დამრგვალების დასრულებისა და სპორანგიუმში სეგმენტაციის საწყისი სტადია“ (Curtis, 1921).

სორუსი – პროსორუსის შემცველობიდან ყალიბდება ოვალური, გაბრტყელებული ან სფერული ჰაპლოიდური სპორანგიუმებისაგან შემდგარი სორუსი. თითოეული სორუსი მოიცავს 1-9 ჰიალინურ, თხელკედლიან ზაფხულის სპორანგიუმს. მათგან გამოთავისუფლებული ზოოსპორები წარმოქმნიან ახალ ინფექციას (OEPP/EPPO, 2004).

1.2.4. სოკო *Synchytrium endobioticum*-ის განვითარების ციკლი და პათოგენეზი

Synchytrium endobioticum ობლიგატური პარაზიტია, რომელიც იკვებება მასპინძელი მცენარის ცოცხალი ქსოვილებით. სოკოს განვითარებისთვის საჭიროა ნოტიო, გრილი კლიმატი. მაღალი ტემპერატურის დროს სოკო არ ვითარდება. ის მრავლდება როგორც სქესობრივი, ასევე უსქესო გზით (სურ. 3).

უსქესო გამრავლება - გაზაფხულზე, როცა ტემპერატურა მიაღწევს 8°C და ტენიანობის დონე საკმარისია, ხრწნად კიბოში არსებული ზამთრის სპორანგიუმები ღივდება. ისინი ათავისუფლებენ ერთშოლტიან, ჰაპლოიდურ 200-დან 300-მდე ზოოსპორას (CFIA, 2012). ზოოსპორებს შეუძლიათ 2 საათის განმავლობაში მოძრაობა ტენიან ნიადაგში. ინფექციისათვის ხელსაყრელი პირობებია 12 – 24 °C ტემპერატურა (Franc, 2007). ზოოსპორებს შეუძლიათ მასპინძელი მცენარის ინფიცირება წარმოქმნის მომენტიდან დაახლოებით 2 საათის განმავლობაში (Curtis, 1921; AU-DAFF, 2011). თუ ზოოსპორები ვერ მოახერხებენ მასპინძელი მცენარის ინფიცირებას ამ პერიოდში, მაშინ ისინი ვერ ცოცხლობენ. როგორც კი შეაღწევს მასპინძელი მცენარის მერისტემული ქსოვილის ეპიდერმულ უჯრედებში (მცენარის ზრდის კონუსის, კვირტების, სტოლონების წვეროს) ზოოსპორა კარგავს შოლტს, მისი პროტოპლასტი ახდენს საკვების აბსორბციას და მრგვალდება. მასპინძელის ინფიცირებული უჯრედი იზრდება მოცულობაში და იწყებს ჰიპერტროფიას, რის შედეგადაც ხდება სიმსივნური სტრუქტურის ფორმირება. ბოლოს, მასპინძლის ინფიცირებული უჯრედი კვდება. შიგნითა კედელი წარმოქმნის შვერილს გარეთა კედლისკენ და ფორმირდება ვეზიკულა. ზოოსპორის მთლიანი შემცველობა გადადის ვეზიკულაში. ბირთვის მიტოზური დაყოფის შედეგად ფორმირდება დაახლოებით 32 ბირთვი. პროსორუსის სახელწოდებით ცნობილი მრავალბირთვიანი ვეზიკულა იყოფა 4-9 სეგმენტად, რომელთაც გარსს ეკვრის თხელი ჰიალინური კედელი. თითოეული ეს სეგმენტი წარმოადგენს ზაფხულის სპორანგიუმს. ზაფხულის სპორანგიუმების მთლიანი ჯგუფი ცნობილია სორუსების სახელწოდებით. ყოველი სპორანგიუმის ბირთვი მიტოზურად იყოფა და წარმოქმნის 200-300 ბირთვს (მათი რაოდენობა შეიძლება გაიზარდოს 500-მდე). შემდეგ კი პროტოპლასტი იყოფა ერთბირთვიან სეგმენტებად. მომწიფებული სპორანგიუმი წყლის აბსორბციით სივდება და იქნება წნევა მასპინძელი მცენარის უჯრედის კედლის გარღვევისთვის. გასკდომის შემდეგ გამოთავისუფლდება ერთბირთვიანი, ერთშოლტიანი ზოოსპორები, რომლებიც იწვევენ ინფექციას. ზოოსპორების ქცევა იცვლება გარემო პირობებთან მიმართებაში. თუკი ხელსაყრელი გარემო პირობებია, ზოოსპორები იწვევენ მასპინძელი მცენარეების ინფექციას და განაგრძობენ უსქესო გამრავლებას. არახელსაყრელი

გარემო პირობების დროს ისინი იქცევიან როგორც გამეტები და მიმდინარეობს სქესობრივი გამრავლება (Kritartha, 2019).

სქესობრივი გამრავლება- არახელსაყრელი პირობების დროს (წყლის ნაკლებობა) პროსორუსის სეგმენტები ფუნქციონირებენ როგორც გამეტანგიუმები, რომლებიც არაფრით განსხვავდებიან სპორანგიუმებისაგან. გამეტანგიუმები წარმოქმნიან პლანოგამეტებს, რომლებიც ზოოსპორებისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ ზომის მიხედვით. იგივე ან სხვადასხვა სორუსის სხვადასხვა გამეტანგიუმებიდან წარმოქმნილი პლანოგამეტები ერწყმიან ერთმანეთს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ორშოლტიანი დიპლოიდური ზიგოტა (Curtis, 1921; Franc, 2007). ის მოძრაობს წყლის მემწეობით ნიადაგში და აღწევს მასპინძელი მცენარის ეპიდერმულ უჯრედებში იგივე გზით, როგორც ზოოსპორები. მასპინძელში შეღწევის შემდეგ, ის კარგავს შოლტებს და ეშვება ინფიცირებული უჯრედის ფსკერზე და იზრდება ზომაში, მას გარს ეკვრება სქელი ორშრიანი კედელი და ფორმირდება ზამთრის სპორანგიუმი. ზამთრის სპორანგიუმი ნიადაგში თავისუფლდება ინფიცირებული ტუბერების გახრწნის შემდეგ. ნიადაგში ისინი რჩებიან მსვენებარე ფორმაში ზამთრის განმავლობაში. დაახლოებით 30 წლის განმავლობაში ნიადაგში 50 სმ სიღრმეზე ზამთრის სპორანგიუმი სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებს (APHIS, 2018). ეს უნარი განპირობებულია ქიტინოვან - ცილოვანი კომპლექსით. ეს ეხმარება სპორანგიუმს იყოს მდგრადი ნიადაგის ფიზიკური და ქიმიური შემადგენლობის მიმართ (Arya, et al., 1981).

არსებობს სხვაობა ზოოსპორულ ინფექციასა და ზიგოტის მირ გამოწვეულ ინფექციას შორის. კერძოდ, ზოოსპორული ინფექციის დროს მიმდინარეობს ჰიპერტროფია (უჯრედების გაზრდა), ხოლო ზიგოტის მიერ გამოწვეული ინფექციის დროს კი ჰიპერპლაზია (უჯრედების დაყოფა) (Kritartha, 2019).

ხელსაყრელ პირობებში (გაზაფხულზე როცა მასპინძელი ხელმისაწვდომია), მსვენებარე სპორანგიუმი ღივდება. ციტოპლაზმაში მოსჩანს გრანულების მსგავსი სტრუქტურები. ეს ჩანასახოვანი ზოოსპორებია. მრავალბირთვიანი პროტოპლასტი იყოფა და წარმოქმნის მრავალრიცხოვან ერთბირთვიან შვილობილ პროტოპლასტებს.

5 და 24⁰ C (ოპტიმალური 15- 18). სოკო განსაკუთრებით რეაგირებს ნიადაგის მჟავიანობაზე. მაღალი მჟავიანობისას, ზამთრის სპორები არ ვითარდება, მაგრამ არ კარგავენ ცხოველმოქმედებას. ამით აიხსნება მათი დიდი ხნით შენარჩუნება ნიადაგის 60-70 სმ სიღრმეზე, სადაც მჟავიანობა ნაკლებია და შემცირებულია ნიადაგის ტენიანობა (Obidiegwu, et al., 2014).

მასპინძელი მცენარის მერისტემული ქსოვილების არსებობა ხელსაყრელი გარემოა პათოგენის განვითარებისათვის. ინფექციის პროცესი გრძელდება სავეგეტაციო პერიოდში ხელსაყრელ გარემო პირობების დროს (ტემპერატურა 10⁰-27⁰C, ნალექების წლიური რაოდენობა 700 მმ, ნიადაგის pH 3.9-8.5, ან ირიგაციის დროს). გედზის (Gedz, 1957) მიერ ჩატარებულმა საველე და ლაბორატორიულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ მინერალური მარილები: მაგნიუმი, სპილენძი და მოლიბდენი ამცირებს ინფექციას, ხოლო ტარასოვის აღმოჩენით ასპარაგინი, თუთია და სპილენძი ზრდის სპორანგიუმების გაღვივების პროცესს (Tarasova , 1969).

ნიადაგის ტენიანობა და ტემპერატურა დიდ როლს თამაშობს კიბოს გახრწნის პროცესში, რომლის დროსაც თავისუფლდება სპორანგიუმები. მშრალ თბილ ნიადაგებში, დაავადების პროგრესი ნელია, მაშინ როცა მთისძირა და მთის ნიადაგები ხელს უწყობენ მათ აგრესიულობას. მსუბუქი ქვიშიანი ნიადაგი ხელსაყრელი პირობაა დაავადების განვითარებისათვის, ხოლო თიხნარი და ტალახიანი ნიადაგი კი პირიქით (Fedotova, 1970; Kharitonova & Tarasova, 1971).

სოკო არაა მომაკვდინებელი ადამიანისა და ცხოველებისათვის. ის არ კვდება საჭმლის მომნელებელ სისტემაში. პირიქით, კუჭნაწლავის ტრაქტში გავლის შემდეგ ჩქარდება ზამთრის სპორანგიუმების გაღვივების პროცესი (Hampson, et al., 1994).

1.2.5. სოკო *Synchytrium endobioticum*-ის გავრცელება და მავნეობა

Synchytrium endobioticum-ის ბუნებრივი გავრცელების შესაძლებლობა არის შეზღუდული. სოკო შეიძლება გავრცელდეს საერთაშორისო ვაჭრობის დროს ინფიცირებული კარტოფილის ტუბერებით, მცენარეებით ან ინფიცირებული ნიადაგით. პათოგენის გავრცელება ასევე შესაძლებელია ინფიცირებული ნიადაგით დაბინძურებული სასოფლო-სამეურნეო მანქანებისა და საირიგაციო წყლის მეშვეობით, კიბოთი ინფიცირებული მინდვრებიდან მონაბერი მტვერით, ჭიაყელების

ტერიტორიაზე კიბოს გამომწვევი აღმოაჩინეს 1938 წელს, 1971 წლისთვის კი 118,000 კერა იყო დარეგისტრირებული (Melnik, 1998), რაც შეადგენდა 16,352 ჰა ფართობს.

პოლონეთში კარტოფილის კიბო 1925 წელს გამოჩნდა (Leszczenko & Roguski, 1959), ხოლო შვედეთში 1912 წელს (Kohler, 1927), ჩეხეთში-1915 წ., რუსეთში, ლენინგრადის ოლქში 1940 წელს იქნა პირველად დაფიქსირებული კარტოფილის კიბოს კერა (Галанова, 1964). საქართველოში კიბოს გამომწვევი პირველად ხულოს მუნიციპალიტეტში დააფიქსირეს 2009 წელს (Gorgiladze, et al., 2014), საბერძნეთში - 2011 წელს (Vloutoglou, et al., 2019), ბულგარეთში- 2004 (Dimitrova, et al., 2019). კიბოს გლობალური გავრცელების შესახებ ინფორმაცია მოცემულია მე-5 ცხრილიში.

ცხრილი 3. სოკო *Synchytrium endobioticum*-ის გავრცელება (CABI, 2019)

ქვეყანა	გავრცელება	ლიტერატურა
აზია		
სომხეთი	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ბუტანი	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ჩინეთი	არსებობს	<u>Bi and Hu, 2005; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
- გუიჯოუ	არსებობს	<u>Bi and Hu, 2005; CABI/EPPO, 2015</u>
საქართველო	შეზღუდული გავრცელება	<u>EPPO, 2014; Gorgiladze et al., 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ინდოეთი	შეზღუდული გავრცელება	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
სიკიმი	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
- დასავლეთ ბენგალი	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
იანი	არაა, არასაიმედო მონაცემები	<u>EPPO, 2014</u>
იაპონია	არაა, დადასტურებულია კვლევებით	<u>EPPO, 2014</u>
ჩრდილოეთი კორეა	არაა, არასაიმედო მონაცემები	<u>EPPO, 2014</u>
სამხრეთ კორეა	არაა, არასაიმედო მონაცემები	<u>EPPO, 2014</u>
ლიბანი	არაა, არასაიმედო მონაცემები	<u>EPPO, 2014</u>
ნეპალი	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
თურქეთი	შეზღუდული გავრცელება	<u>IPPC, 2007; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
აფრიკა		
ალჟირი	შეზღუდული გავრცელება	<u>EPPO, 2014</u>
ეგვიპტე	არაა, არასაიმედო მონაცემები	<u>EPPO, 2014</u>
სამხრეთ აფრიკა	შეზღუდული გავრცელება	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ტუნისი	შეზღუდული გავრცელება	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ზიმბაბვე	არაა, არასაიმედო მონაცემები	<u>EPPO, 2014</u>

ჩრდილო ამერიკა		
კანადა	შეზღუდული გავრცელება	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
- ნიუფაუნდლენდი და ლაბრადორი	შეზღუდული გავრცელება	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
- პრინც-ედუარდის კუნძული	შეზღუდული გავრცელება	<u>IPPC, 2012; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015; IPPC, 2015</u>
მექსიკა	არსებობს	<u>EPPO, 2014</u>
აშშ	აღმოფხვრილია	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
- მერილენდი	აღმოფხვრილია	<u>CMI, 1983; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
- პენსილვანია	აღმოფხვრილია	<u>CMI, 1983; EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
- დასავლეთ ვირჯინია	აღმოფხვრილია	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
სამხრეთ ამერიკა		
ბოლივია	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ჩილე	აღმოფხვრილია	<u>EPPO, 2014</u>
ეკვადორი	არსებობს	<u>EPPO, 2014</u>
ფოლკლენდის კუნძულები	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
პერუ	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ურუგვაი	არაა, დადასტურებულია კვლევებით	<u>EPPO, 2014</u>
ევროპა		
ავსტრია	აღმოფხვრილია	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ბელორუსია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ბელგია	არაა	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ბულგარეთი	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ხორვატია	არაა	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ჩეხეთი	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
დანია	არსებობს,	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ესტონეთი	არაა	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ფარერის კუნძულები	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ფინეთი	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
საფრანგეთი	აღმოფხვრილია	<u>EPPO, 2014</u>
გერმანია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
უნგრეთი	აღმოფხვრილია	<u>EPPO, 2014</u>

ირლანდია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
იტალია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ლატვია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ლიტვა	არაა, დადასტურებულია კვლევებით	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015; IPPC, 2016</u>
ლუქსემბურგი	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ჩერნოგორია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ჰოლანდია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	NPPO of the Netherlands, 2013; <u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
ნორვეგია	გარდამავალი, ექვემდებარება აღმოფხვრას	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
პოლონეთი	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015; Przetakiewicz, 2015</u>
პორტუგალია	აღმოფხვრილია	<u>EPPO, 2014</u>
რუმინეთი	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
რუსეთი	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
-ცენტრალური რუსეთი	ფართოდაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
-ჩრდილო რუსეთი	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
-ციმბირი	არსებობს	<u>Malyuga et al., 2003; CABI/EPPO, 2015</u>
-სამხრეთ რუსეთი	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
სლოვაკეთი	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
სლოვენია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
შვედეთი	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
შვეიცარია	არსებობს	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
გაერთიანებული სამეფო	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
-ინგლისი და უელსი	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
-ჩრდილო ირლანდია	აღმოფხვრილია	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>

შოტლანდია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>
უკრაინა	არსებობს	<u>CABI/EPPO, 2015</u>
ოკეანია		
ახალი ზელანდია	შეზღუდულადაა გავრცელებული	<u>EPPO, 2014; CABI/EPPO, 2015</u>

ცნობილია, რომ 1 გრამ ნიადაგში არსებულ პათოგენის ერთ სპორანგიუმს შეუძლია დააინფიციროს კარტოფილის დაავადებისადმი მიმღები ჯიშები (Hampson, 1992; Browning, 1995). დაავადების კერებში კარტოფილის მიმღები ჯიშების მოყვანის შემთხვევაში მოსავლის დანაკარგი შეადგენს 50-100% (Melnik, 1998; Tarasova, 1978; Бордукова, 1950).

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ *S. Endobioticum*-ის მოზამთრე ზოოსპორანგიუმი გარკვეულ გარემო პირობებში ნიადაგში ინარჩუნებს ცხოველმოქმედებას და შეუძლია დაავადების რეციდივის გამოწვევა დაავადების კერის აღმოჩენიდან 20-30 წლის განმავლობაში. დაავადების აღმოფხვრის შემთხვევაშიც კი უნდა ველოდოთ დაავადების კვლავ გამოჩენას. მაგ, 1955 წელს ინგლისში კარტოფილის დაავადებისადმი მიმღები ჯიშის ერთი მესამედი იყო დაინფიცირებული იმ ტერიტორიაზე, სადაც დაავადების კერის აღმოჩენიდან 30 წლის განმავლობაში კარტოფილი არ მოჰყავდათ (Pratt, 1976). 1970 წელს ჰოლანდიაში, გავრცელდა ინფორმაცია დაავადების მთლიანად აღკვეთის შესახებ, მაგრამ შემდგომ 1973, 1990 და 2001 წლებში პათოგენის სამი ძლიერ აგრესიული პათოტიპი გამოვლინდა (Baayen, et al., 2006). 2005 წელს თურქეთში კარტოფილის მწარმოებელ რეგიონებში დაავადება დაფიქსირდა 10 ჰექტარ ფართობზე (Cakir, 2005). აღნიშნულიდან გამომდინარე, კარტოფილის კიბო ძალიან საშიში და მაღალი ზარალის მომტანი დაავადებაა.

1.2.6. სოკო *Synchytrium endobioticum*-ის ბიოლოგიური სპეციალიზაცია

კარტოფილის კიბოს გამომწვევი პათოგენი მკვებავი მცენარეების მიმართ ვიწრო სპეციალიზაციას ამჟღავნებს და აინფიცირებს ძალღყურძენასებრთა ოჯახის ისეთ წარმომადგენლებს როგორცაა: ველური კარტოფილი (*Solanum chacoense*) პომიდორი, ლენცოფა, ძალღყურძენა, ფიზალისი და სხვა (Esmarch, 1925; Cotton, 1916). საინტერესოა ის ფაქტიც, რომ კარტოფილის გარდა ძალღყურძენასებრთა ოჯახის

აღნიშნულ წარმომადგენლებს კიბოვანი კორძები წარმოექმნება ფესვებზე ხელოვნური დასენიანებისას (Köhler, 1931; Шариков, 1975)

1.2.7. სოკო *Synchytrium endobioticum*-ის შიდასახეობრივი დიფერენციაცია

დიდი ხნის განმავლობაში მიიჩნევდნენ, რომ კარტოფილის კიბოს გამომწვევი პათოგენი პარაზიტული თვისებების მიხედვით ერთგვაროვანი იყო (Köhler, 1931). მაგრამ 1941 წელს გერმანიაში პათოტიპი D1-ის გარდა აღმოაჩინეს პათოტიპის გაცილებით უფრო აგრესიული ფორმა G1(2) (Braun, 1942), რითაც გამოვლინდა პათოგენის ბიოლოგიური ჰეტეროგენობა. ბრაუნის მონაცემებით 1941 წლის აგვისტოში, თიურინგიაში კარტოფილის ჯიში “Ostbote” ძლიერ დაავადდა კიბოთი (Braun, 1942). ლაბორატორიული კვლევების შედეგად კი დადასტურდა ახალი პათოტიპის არსებობა. გარდა ამისა, აღმოჩნდა რომ კარტოფილის თითქმის ყველა ჯიში (გერმანული ასორტიმენტი), სამი ჯიშის გარდა, კიბოთი იყო ინფიცირებული.

მომდევნო წლებში, აღმოსავლეთ გერმანიაში გამოვლინდა აგრესიული პათოტიპების კერები: პათოტიპი P1 (4) პაპენხაიმში (1942), პათოტიპი R1 (9) თიურინგიაში (1950), პათოტიპი K1 (5) ბრანდერბურგში (1951), პათოტიპი E1 (10) საქსონიაში (1956) და პათოტიპი T1 (18) ტრანროდაში (1978) (Hey, 1948; Hey, 1950; Hey, 1953; Hey, 1957; Hey, 1959; Gottschling, 1961; Stachewicz, 1978). დასავლეთ გერმანიაში აგრესიული პათოტიპების პირველი კერები აღმოაჩინეს აღმოსავლეთ გერმანიაში G1 (2)-ს აღმოჩენიდან მხოლოდ 10 წლის შემდეგ. კერძოდ, პათოტიპი 6 (O1) გამოავლინეს ვესტფალიაში (1952), პათოტიპები 7 (S1) და 8 (F1) ჰესენში 1953-1954 წწ. (Ullrich, 1957; Ullrich, 1958; Ullrich, 1959b; Ullrich, 1959a; Braun, 1959a; Braun, 1959b; Winkelmann, 1952; Winkelmann, 1953). აღმოსავლეთ და დასავლეთ გერმანიაში აღმოჩენილი 9 პათოტიპიდან (გარდა 18 (T1), ყველაზე აგრესიული პათოტიპები იყო: 8, 9 და 10 (Muller, 1967). თუმცა, ფართოდ გავრცელების გამო ყველაზე დიდ საფრთხეს წარმოადგენდა პათოტიპები 2 და 6 (Frandsen, 1958). შემდეგ, გერმანიაში აღმოაჩინეს ორი ახალი აგრესიული პათოტიპი: 19 (Haag) და 20 (Innernzell). თუმცა, მოგვიანებით ეს პათოტიპები იდენტიფიცირებული იყო როგორც 2 (G1) და 6 (O1) (Langerfeld, 1984).

ყოფილ აღმოსავლეთ გერმანიაში გამოვლენილ ახალ პათოტიპებს აღნიშნავდნენ აღმოჩენის ადგილმდებარეობის სახელწოდების პირველი ასოს მიხედვით, რომელსაც

ახლდა რიგითი ნომერი (G1' და 'SB') (Braun, 1942; Langerfeld, 1993). არაბული ციფრები გამოიყენებოდა ახალი პათოტიპების აღსაღნიშნავად ყოფილ დასავლეთ გერმანიაში და უკრაინაში (Melnik, 1998; Langerfeld, 1993; Ullrich, 1958).

1941 წელს პათოტიპი 3 (SB) იდენტიფიცირებული იყო ჩეხოსლოვაკიაში (Blattny, 1942). ბლატნიმ (1942) ჩატარებული კვლევის საფუძველზე გამოყო ფიზიოლოგიური რასების (პათოტიპები) 3 ჯგუფი: **I ჯგუფი**- მთის რასა: სამხრეთ ბოჰემია, ბოჰემიის ტყეები, აღმოსავლეთ მორავია, უკრაინა (კარპატები), ჩრდილო მორავიისა და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ბოჰემიის რაიონები; **II ჯგუფი**-აღმოსავლეთ გერმანული რასა; **III ჯგუფი**- დასავლეთ გერმანული რასა. სოკოს *S. endobioticum* -ის სხვადასხვა ფიზიოლოგიური რასების (პათოტიპების) არსებობა მან ახსნა იმ ფაქტით, რომ კარტოფილის ზოგიერთი ჯიშში, რომელიც მდგრადი იყო კიბოს მიმართ ერთ რაიონში, შეიძლება ყოფილიყო დაავადების მიმართ მიმღები სხვა რაიონებში. ზაკოპალტის მონაცემებით ჩეხოსლოვაკიაში გავრცელებული იყო მხოლოდ პათოტიპი (D1) (Zakopal, 1958). თუმცა, 1964, 1967 და 1974 წლებში, ჩეხეთ-მორავიის მაღლობის სამ ადგილზე გამოვლენილი იყო მაღალაგრესიული პათოტიპებით წარმოდგენილი კარტოფილის კიბოს ახალი კერები (Potocek, 1973; Potocek, 1974 Potocek, 1977b; Салтыкова, 1976). ახალ პათოტიპებს ეწოდათ აღმოჩენის ადგილის მიხედვით: P2 (პლაჩკოვი), N1 (ნიჟკოვი) და M2 (მიროხოვი) (Potocek, 1984; Potocek, 1984). რადგანაც პათოტიპების P2, N1 და M2 იდენტიფიცირება განხორციელდა გერმანული ჯიშ-დიფერენციატორების გამოყენებით, შესაბამისად, ისინი შემდგომ აღნიშნეს - 15, 16, 17 ციფრების გამოყენებით და შეიტანეს EPPO-ს საერთაშორისო ნომენკლატურის სიაში (Салтыкова, 1988; Салтыкова, 1983; Potocek, 1991). დღეისთვის ჩეხოსლოვაკიაში 19 პათოტიპია იდენტიფიცირებული (Svobodová & Gaar, 2019).

პოტოსეკმა 1986 - 1990 წლებში ჩატარებული კვლევის საფუძველზე დაადგინა *S. endobioticum*-ის 15 აგრესიული პათოტიპის 23 (NR1), 24 (R3), 25 (HI), 26 (S3), 27 (MSI), 28 (T2), 29 (K2), 30 (M3), 31 (OL1), 32 (V2), 33 (K3), 34 (K4), 35 (L1), 36 (ZZ1) და 37 (K5) არსებობა ჩეხოსლოვაკიის სხვადასხვა ტერიტორიაზე (Potocek, 1991).

უკრაინის ტერიტორიაზე 1948 წლამდე არ არსებობდა აგრესიული პათოტიპები (Хижняк, 1957; Хижняк, 1959). თუმცა, მთიანი კარპატების რეგიონში ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ამ ზონაში არსებობდა ახალი პათოტიპების წარმოქმნისა და

განვითარებისათვის ყველა ხელსაყრელი ეკოლოგიური და ბიოლოგიური წინაპირობა (ნიადაგურ-კლიმატური პირობები, კიბოსადმი სხვადასხვა გამძლეობის დონის მქონე კარტოფილის ჯიშები, კარტოფილის მონოკულტურა, მაღლყურძენასებრთა ოჯახის ველური წარმომადგენლები), რაც უზრუნველყოფდა ინფექციის დაგროვებას ნიადაგში (Пидопличко, 1957; Пидопличко, 1959; Касперович, 1960; Яковлева, 1972). 1961-1962 წლებში უკრაინაში აგრესიული პათოტიპების კერების შესწავლა დაიწყო კარტოფილის დაავადებისადმი გამძლე ჯიშების კიბოთი ინფიცირების შემდეგ (Хижняк, 1962). გამოვლენილ პათოტიპებს ეწოდათ სახელწოდებები აღმოჩენის ადგილმდებარეობის სახელწოდების მიხედვით: მეჟგორიეს (M1), რახოვის (R2) და ბუკოვსკის (B1) (Яковлева, 1963a; Яковлева, 1963b). იაკოვლევამ ჩაატარა სამივე პათოტიპის დიფერენციაცია ჰეისა და ულრიხის მიერ გამოყენებულ გერმანულ დიფერენციატორთა ნაკრებზე (Яковлева, 1964). აღმოჩნდა, რომ პათოტიპები (M1), (R2) და (B1) განსხვავდებოდნენ გერმანიასა და ჩეხოსლოვაკიაში გამოვლენილი პათოტიპებისაგან. მოგვიანებით დადგინდა, რომ პათოტიპები (M1) და (R2) წარმოადგენდნენ ძალიან აგრესიულ ფორმებს და აინფიცირებდნენ კარტოფილის დარაიონებულ კიბოსადმი გამძლე ჯიშებს. პათოტიპი (B1) ხასიათდებოდა არც თუ ისე მაღალი აგრესიულობით. ის აინფიცირებდა (შესწავლილი 60-დან მხოლოდ 6 ჯიშს (Яковлева, 1965; Яковлева, 1966; Яковлева, 1973). 1978-1979 წლებში კარტოფილის კიბოს უკრაინის კვლევითი სადგურის მიერ ჩატარებული კვლევების მონაცემები მიუთითებდა კარპატების პირობებში პათოგენის ფორმათწარმომქმნელი პროცესის მიმდინარეობასა და აგრესიული რასების არეალის გაფართოებაზე. ეს მონაცემები დადასტურდა 1979 -1980 წლებში უკრაინის ივანო-ფრანკოვსკის ოლქში 3 ახალი პათოტიპის გამოვლენისას. 1961-1980 წლებში უკრაინის ტერიტორიაზე იდენტიფიცირებული იყო რვა აგრესიული პათოტიპი, რომლებიც შეტანილი იქნა EPPO-ს საერთაშორისო სიაში.

დღეისათვის უკრაინაში გამოყენებული საკუთარი ნაკრების მეშვეობით დადგენილია ევროპული (D1) პათოტიპის და 4 განსხვავებული პათოტიპის (11-მიჩიგანსკი, 13-რახისვსკი, 18-იასინივსკი, 22-ბუსტრეტსკი) არსებობა (Zelya, et al., 2019).

სხვა ქვეყნების ტერიტორიაზე გამოვლენილი აგრესიული პათოტიპები გერმანიაში იდენტიფიცირებული პათოტიპების მსგავსი იყო. კანადაში კუნძულ ნიუფაუნდლენდზე 1940 წელს კარტოფილის კიბოსადმი გამძლე ინგლისური ჯიშები დაავადდა (Moore, 1957; Olsen & Nelson, 1964). თავდაპირველად გამოვლენილი პათოტიპი იდენტიფიცირებული იყო როგორც პათოტიპი 14 (Proudfoot, 1970; Proudfoot, 1971) თუმცა შემდგომ დაადგინეს, რომ ის მიეკუთვნებოდა პათოტიპებს 2 (G1) და 8 (F1), რომლებიც ამავდროულად გავრცელებული იყო გერმანიაში (Proudfoot, 1976; Proudfoot, 1977).

ჰოლანდიაში აგრესიული პათოტიპი 2 (G1) გამოვლინდა 1973 წელს, პათოტიპი 6 (O1) 1990 წელს და პათოტიპი 18 (T1) 2001 წ. გამოვლენილი პათოტიპები გერმანული პათოტიპების იდენტური იყო (Stachewicz, 2002; Stachewicz, 2003; Baayen, 2004a; Baayen, 2004b.)

ცნობილია, რომ პოლონეთში არსებობს ორი აგრესიული პათოტიპი - 2 და 3 (European Union, 2003; Malec, 1974). პრზეტაკიევიჩის მიერ გამოვლენილი იქნა პათოტიპი 18 (T1) პოლონეთში მაზოვიეცის სავოევოდოში, ხოლო ერთი წლის შემდეგ იდენტიფიცირებული იქნა ახალი პათოტიპი 39(P1) პიეკიელნიკის ტერიტორიაზე (Przetakiewicz, 2015).

ბულგარეთში იდენტიფიცირებულია 3 პათოტიპი: 18 (T1), 8(F1), 38 (Nev) EPPO-ს ნაკრების გამოყენებით (Dimitrova, et al., 2019). საბერძნეთში კი მხოლოდ 18 (T1) პათოტიპია იდენტიფიცირებული (Vloutoglou, et al., 2019).

შვედეთში კარტოფილის კიბო აღმოაჩინეს 1912 წელს (Hammarlund, 1915) და 2004 წლამდე მხოლოდ (D1) პათოტიპი იყო გავრცელებული ქვეყანაში, ოდნავ მოგვიანებით გამოვლინდა 18 (T1) პათოტიპი (Nordin & Kvist, 2008), ხოლო 2017 წელს იდენტიფიცირებული იქნა 2 პათოტიპი: 8(F1) და 40(BN). ეს უკანასკნელი, ჯერ-ჯერობით არ არის შეტანილი EPPO-ს სიაში (Sciences, 2018).

თურქეთის ტერიტორიაზე, სადაც გავრცელებული იყო მხოლოდ 2 პათოტიპი 6(O1) და 18(T1), 2003 წელს ჩაკირის მიერ გამოვლენილი იქნა ახალი პათოტიპი 38 (Nev), რომელიც შეტანილია EPPO-ს სიაში (Cakir & Demirci, 2017).

ბოინანსკი შეეცადა აეხსნა აგრესიული პათოტიპების წარმოქმნა ეკოლოგიურ ფაქტორებთან კავშირში (Bojnansky, 1960b). მან აღნიშნა, რომ თითქმის ყველა

აღმოჩენილი პათოტიპი (> 90%) გავრცელებული იყო მაღალმთიან და მთისწინეთის ტერიტორიაზე, სადაც ნალექების წლიური რაოდენობა 600 მმ-ზე მეტი იყო. თითქმის ყველა კერა თავდაპირველად წამოიქმნებოდა პატარა ტერიტორიებზე. 1952 წელს, გერმანიის ფედერაციული რესპუბლიკაში გამოვლენილი კერები, სადაც გავრცელებული იყო პათოტიპი 6 (01), მდებარეობდა ზღვის დონიდან 2000 მ, სადაც ნალექების წლიური რაოდენობა 600 მმ იყო. ბოინანსკის აზრს იმის შესახებ, რომ აგრესიული პათოტიპები წარმოიქმნება ეკოლოგიური ფაქტორების მნიშვნელოვანი ზეგავლენის შედეგად სხვა მეცნიერებაც ეთანხმებოდნენ (Braun, 1942).

იმის მიუხედავად, რომ კიბოს განვითარებისთვის უფრო ხელსაყრელია ზომიერი კლიმატი, ბოლო წლებში სოკო გაჩნდა უფრო თბილი, კონტინენტალური კლიმატის ქვეყნებში, როგორცაა თურქეთი, საქართველო, ბულგარეთი და საბერძნეთი (Dimitrova, et. al., 2011, Çakir, 2005; Gorgiladze et al., 2014; I. Vloutoglou, et al., 2015). ეს არის შეცვლილი კლიმატური პირობებისადმი პათოგენის ადაპტაციის მტკიცებულება. ბოლო 5 წლის მანძილზე კიბოს ვირულენტური პათოტიპები 8(F1) და 40(BN1) გავრცელდა შვედეთსა და დანიაში, რომლებიც უკვე თავისუფალი იყო დაავადებისგან. პოლონეთში გამოვლინდა პათოტიპი 18 (T1), რომელიც მანამდე მხოლოდ გერმანიასა და ნიდერლანდებში იყო ნაპოვნი (Przetakiewicz J. 2014).

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, გერმანიაში, უკრაინაში, პოლონეთში და სხვა ქვეყნებში, დღემდე იყენებენ გამოვლენილი პათოტიპების სხვადასხვა აღნიშვნებს. ამიტომ, ერთი და იგივე პათოტიპი სხვადასხვა ქვეყანაში განსხვავებულად აღინიშნება. პათოტიპური შემადგენლობის იდენტიფიცირება რთულია, რადგან ყოველი სახელმწიფო იყენებს ჯიმ-დიფერენციატორთა იმ ნაკრებს, რომელიც ხელმისაწვდომი და მოსახერხებელია მისთვის. ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით მსოფლიოში დაახლოებით 40-მდე პათოტიპია ცნობილი (Baayen, et al., 2006) (ცხრ. 4). იმ ფაქტის გათვალისწინებით, რომ პათოტიპური შემადგენლობის იდენტიფიცირება ჯერ კიდევ არ განხორციელებულა ბევრ ქვეყანაში, შესაძლებელია კარტოფილის კიბოს პათოგენის პათოტიპების რაოდენობა მნიშვნელოვნად შეიცვალოს მომავალში.

ცხრილი 4. *Synchytrium endobioticum* –ის პათოტიპების წარმოშობა, კოდები და გავრცელება

პირველი აღმოჩენის ადგილი	ასოთა კოდი	პათოტიპები			EPPO კოდი	მნიშვნელობა	გავრცელება
		ციფრული კოდი					
		Langerfeld (1984)	Melnik და Malakhanova (1998)	Potoc̣ek et al. (1991)			
Hornany, სლოვაკეთი ^b	D1 ^c	1	1	1(D1)	1(D1)	+	კოსმოპოლიტური
Gießubel, გერმანია	G1	2	2	-	2 (G1)	+	გერმანია ჰოლანდია ჩეხეთი კანადა (ნიუფაუნდლენდი) თურქეთი
Chromow, პოლონეთი	Ch1	-	-	-	2 (Ch1)	+	პოლონეთი ^d
Silberhutte ჩეხეთი	SB	3	3	-	3SB	გამქრალი	ჩეხეთი, კანადა (ნიუფაუნდლენდი)
Mioszow, პოლონეთი	M1	-	-	-	3(M1)	+	პოლონეთი ^d
Pappenheim, გერმანია	P1	4	4	-	4 (P1)	გამქრალი ^e	გერმანია
Koppatz, გერმანია	K1	5	5	-	5 (K1)		გერმანია
Olpe, გერმანია	O1	6	6	-	6 (O1)	+	გერმანია ჰოლანდია ჩეხეთი კანადა (ნიუფაუნდლენდი, პრინც ედვარდის კუნძული) თურქეთი
Schweinsberg, გერმანია	S1	7	7	-	7 (S1)	გამქრალი	გერმანია
Kohlhaus (Fulda), გერმანია	F1	8	8	-	8F1	+	გერმანია კანადა (ნიუფაუნდლენდი) ბულგარეთი
Rudolstadt, გერმანია	R1	9	9	-	9R1	გამქრალი ^e	გერმანია
Eulendorf, გერმანია	E1	10	10	-	10(E1)	გამქრალი	გერმანია
Meshgorsky, უკრაინა	M1	11	11	-	11(M1)	+	უკრაინა
Bukovets, უკრაინა	B1 ^f	13	12	-	12(B1)	გამქრალი	უკრაინა
Rakhov, უკრაინა	R2	12	13	-	13(R2)	+	უკრაინა
Newfoundland, კანადა	-	14	-	-	14 (Newfoundland)	-	კანადა (ნიუფაუნდლენდი)
Plackov, ჩეხეთი	P2	15	14	15(P2)	15 (P2) ^g	+	ჩეხეთი

Nickov, ჩეხეთი	N1	16	15	16 (N1)	16 (N1)	+	ჩეხეთი
Sinevik, უკრაინა	-	-	16	-	16 (Sinevik)	+	უკრაინა
Mirochov, ჩეხეთი	M2	17	17	17(M2)	17(M2)-	+	ჩეხეთი
Yasinya, უკრაინა	-	-	18	-	18 (Yasinya)	+	უკრაინა
Trannroda, გერმანია	T1	18	19	-	18 (T1)	+	გერმანია თურქეთი პოლონეთი
Haag, გერმანია	-	19	-	-	19 (Haag) h 2 (G1)	-	გერმანია
Innernzell, გერმანია	-	20	-	-	20 (Innernze ll) i 6 (O1)	-	გერმანია
Vilemov, ჩეხეთი	V1	-	-	19(V1)	19(V1)	-	ჩეხეთი
Sheshory, უკრაინა	-	-	20	-	20 (Sheshory)	+	უკრაინა
Sokolovka, უკრაინა	-	-	21	-	21 (Sokolovk a)	+	უკრაინა
Bystrets, უკრაინა	-	-	22	-	22 (Bystrets)	+	უკრაინა
Novy Rychnov, ჩეხეთი	NR1	-	-	23	23 (NR1)	-	ჩეხეთი
Radcice, ჩეხეთი	R3	-	-	24	24 (R3)	-	ჩეხეთი
Hanychov, ჩეხეთი	H1	-	-	25	25(H1)	-	ჩეხეთი
Svratouch, ჩეხეთი	S3	-	-	26	26(S3)	+	ჩეხეთი
Mor. Svratka, ჩეხეთი	MS1	-	-	27	27(MS1)	+	ჩეხეთი
Trpin, ჩეხეთი	T2	-	-	28	28(T2)	-	ჩეხეთი
Krizanky, ჩეხეთი	K2	-	-	29	29(K2)	-	ჩეხეთი
Melc, ჩეხეთი	M3	-	-	30	30(M3)	-	ჩეხეთი
Ovesna Lhota, ჩეხეთი	OL1	-	-	31	31(OL1)	-	ჩეხეთი
Vidochov, ჩეხეთი	V2	-	-	32	32(V2)	-	ჩეხეთი
Karlinsky Konfrst, ჩეხეთი	K3	-	-	33	33(K3)	-	ჩეხეთი
Karlinsky Bobek, ჩეხეთი	K4	-	-	34	34(K4)	-	ჩეხეთი
Lisna, ჩეხეთი	L1	-	-	35	35(L1)	-	ჩეხეთი
Zadni Zhorec, ჩეხეთი	ZZ1	-	-	36	36(ZZ1)	-	ჩეხეთი
Kra sna , ჩეხეთი	K5	-	-	37	37(K5)	-	ჩეხეთი
Nevsehir, თურქეთი					38 Nevsehir	+	თურქეთი

პოლონეთი					39 (P1)	+	პოლონეთი
----------	--	--	--	--	---------	---	----------

სადაც, **a** Potocek et al. (1991) , Melnik (1998) და Stachewicz and Langerfeld (1998) მიხედვით; (+) მნიშვნელოვანი პათოტიპი, (-) ნაკლებად მნიშვნელოვანი.

b პოვნის დროს Hornany იყო უნგრეთის ნაწილი

c Dahlem-ის შემდეგ პათოტიპი 1(D1) ასევე იპოვეს გერმანიაში

d პოლონური პათოტიპები: 2(Ch1) და 3(M1) გამოავლინა პროფესორმა K. Malec და ჯერ კიდევ არ გამოუქვეყნებია ოფიციალურად (E. Malinowska, Plant Breeding and Acclimatisation Institute, Bydgoszcz, Poland and J. Butrymowicz, Central Laboratory of the State Plant Protection and Seed Inspection Service, Torun, Poland, personal communication).

e 1975 წლიდან აღარაა ინფექცია, თუმცა ინფიცირებულ ნაკვეთებზე ჯერ კიდევ არაა მიღებული აკრძალვის მოხსნა

f პათოტიპი B1 (Malec 1974; პოლონეთი) მიღებული იქნა ექსპერიმენტალურად და ეწოდა კარტოფილის ჯიშის სახელი Bem. ის არაა იგივე რაც 12(B1) Bukovets, უკრაინიდან (E. Malinowska, Plant Breeding and Acclimatisation Institute, Bydgoszcz, Poland and J. Butrymowicz, Central Laboratory of the State Plant Protection and Seed Inspection Service, Torun, Poland, personal communication).

g Melnik (1998) მიხედვით ეს პათოტიპი არსებობს ბოჰემიის სამხრეთ ნაწილში, სადაც პირველად 1940 წელს დაფიქსირდა რეზისტენტობის დაკარგვა პათოტიპ 1(D1)- ს მიმართ

h მოგვიანებით იდენტიფიცირებულია, როგორც პათოტიპი 2 (G1)

I მოგვიანებით იდენტიფიცირებულია, როგორც პათოტიპი 6(O1)

1.2.8. პათოტიპების დიფერენციაციისათვის გამოყენებული ჯიშ-

დიფერენციატორები

შიდასახეობრივი ტაქსონომიური ერთეულების ანუ პათოტიპების იდენტიფიკაციისთვის გამოიყენება ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრები. ცნობილია, რომ სხვადასხვა ქვეყნაში (გერმანია, უკრაინა, ჩეხეთი, პოლანდია და ა.შ.) ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრები განსხვავებულია, თუმცა ჯიშის შერჩევის პრინციპი ერთი და იგივეა. პათოტიპების განსაზღვრისათვის ყველა ჯიშში, მათ შორის ჯიშ-დიფერენციატორებშიც, დაყოფილია ჯგუფებად მათი გენეტიკური მახასიათებლების მიხედვით (Melnik, 1998; Potocek, 1991; Stachewicz, 1980):

- 1. ჯგუფი** - ჯიშები, რომლებიც ავადდებიან ყველა ცნობილი პათოტიპებით, მათ შორის პათოტიპით (D1);
- 2. ჯგუფი** - გამძლეა პათოტიპ (D1) მიმართ, მაგრამ ინფიცირდება ყველა სხვა აგრესიული პათოტიპით;
- 3. ჯგუფი** - გამძლეა პათოტიპ (D1) მიმართ, მაგრამ განსხვავებული რეაქციები აქვთ აგრესიული პათოტიპებით ინფიცირებისას;
- 4. ჯგუფი** - გამძლეა ყველა პათოტიპის მიმართ, მათ შორის აგრესიული პათოტიპების მიმართაც.

თავდაპირველად, აღმოსავლეთ და დასავლეთ გერმანიაში გამოყენებული ჯიშ-დიფერენციატორები შედგებოდა გერმანული, პოლონური და პოლანდიური ჯიშებისაგან (A ckersegen, Apollo (Argo), Asche-Samling, Baltyk, Blanik, Deodara, Fram,

Fontana, Fortuna, Fruhe Hornchen, Giewont, Hassia, Hilla, Hochprozentige, Imandra, Isola, Irmgard, Jowicz, Maja, Nova, Nova Huta, Ora (Mira), Prinzess, Saphir, Sorka, Ultimus, Universal, Urgenta, Zeisig და Zuchtstamm), რომელთა საშუალებით იდენტიფიცირებული იქნა პათოტიპები: 1(D1), 2(G1), 4(P1), 5(K1), 6(O1), 7(S1), 5(F1), 9(R1), 10(E1) და 18(T1) (Hey, 1957; Hey, 1959; Ullrich, 1959a; Ullrich, 1959b).

მოგვიანებით, გერმანიის დემოკრატიულ და გერმანიის ფედერაციულ რესპუბლიკაში ყურადღება მიაქცევს იმ ფაქტს, რომ ჯიშ-დიფერენციატორების: Ultimus, Urgenta, Fram და Fontana გამოყენების მიუხედავად პრაქტიკულად შეუძლებელი იყო აღმოსავლეთ და დასავლეთ გერმანული პათოტიპების: K1 (5), R1 (9)-ის და 6 (O1)-გან ერთმანეთისაგან გარჩევა. მკვლევართა უმრავლესობის მონაცემები ჯიშ-დიფერენციატორთა გამძლეობაზე არ ემთხვეოდა ერთმანეთს (Muller, 1967; Stachewicz, 1980; Malec, 1974). აქედან გამომდინარე, საჭირო გახდა ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრების განახლება და ახალი, ერთიანი ნაკრების მიღება როგორც აღმოსავლეთ, ასევე დასავლეთ გერმანიაში. 1994 წელს, გერმანიაში კარტოფილის კიბოს გამომწვევის პათოტიპების იდენტიფიკაციისთვის შედგენილი იქნა 19 ჯიშისაგან შემდგარი დიფერენციატორთა ახალი ნაკრები (Langerfeld, 1994b; Stachewicz & Langerfeld, 1998) (ცხრ. 5), სადაც ძველი ნაკრების ჯიშების უმრავლესობა ჩანაცვლებული იქნა ახალი ეკონომიკურად ღირებული ჯიშებით. ამ ახალი ნაკრების შექმნისას გათვალისწინებული იქნა ჯიშთა სპეციფიკური რეაქციები გარკვეული პათოტიპებით ინფიცირებისას და ჯიშების ხელმისაწვდომობა.

ცხრილი 5. გერმანიაში პათოტიპების შემადგენლობის შესწავლისათვის გამოყენებული ჯიშ-დიფერენციატორები

ჯიშ- დიფერენციატორ ები	პათოტიპები								
	1 (D1)	2 (G1)	4 (P1)	5 (K1)	6 (O1)	8 (F1)	9 (R1)	10 (E1)	18 (T1)
Asche-Sämling	+	+	—	—	+	+	+	+	+
Blanik	—	+	+	+	+	+	+	±	+
Certo (Certa)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Desiree	—	±	±	±	±	+	±	±	+
Galina	—	—	—	—	—	—	—	-	—
Giewont	—	+	+	-	+	+	+	+	+

Irmgard	—	+	+	+	+	+	+	+	+
Karolin	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Maxilla	—	+	—	—	+	+	+	+	+
Miriam	—	—	—	—	-	—	—	+	+
Ora (Mira)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Palladia	—	-	—	—	—	—	—	—	—
Panda	—	—	—	—	—	—	-	-	—
Saphir	—	+	—	-	-	—	—	—	—
Sira	—	-	—	—	—	—	—	—	—
Sissi	—	—	—	—	—	—	—	—	+
Tomensa	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ulme		—	—	—	—	—	—	—	—
Xenia		-	+	+	+	+	±	+	+

სადაც, "-" გამძლე, "+" - მიძლევი, "±" - სუსტად მიძლევი (საველე გამძლეობა); - ჯიშ-დიფერენციატორები, რომლებიც გამოიყენება პათოტიპების იდენტიფიკაციისათვის გერმანიაში (Stachewicz et al., 1998; Baayen et al., 2006); - ამჟამად პათოტიპების 4, 5, 7 და 9 დიფერენცირება არ ხორციელდება (Langerfeld et al., 1994; Stachewicz et al., 1998)

ყოფილ სსრკ-ში მაღალ აგრესიული პათოტიპის იდენტიფიცირებისათვის იყენებდნენ გერმანულ ჯიშ-დიფერენციატორებს. დროთა განმავლობაში ცხადი გახდა, რომ ჯიშ-დიფერენციატორთა დიდი ნაწილი (Baltyk, Blanik, Nova Huta, Saphir, Ultimus, Universal და Urgenta) არ იყო შესაფერისი მთიანი კარპატების პათოტიპების იდენტიფიცირებისათვის, რადგან ისინი იძლეოდნენ ერთი და იგივე ტიპის რეაქციებს, ნაკრები ინფიცირდებოდა სსრკ-ში იდენტიფიცირებული ყველა პათოტიპით, ხოლო ცალკეული ჯიშ-დიფერენციატორი (Asche-Samling და Fram) აჩვენებდა გაურკვეველ და არასტაბილურ რეაქციას. მთიანი კარპატების პათოტიპებისადმი ზოგიერთი გამძლე ჯიშ-დიფერენციატორი (Ultimus, Universal, Urgenta და Fortuna) აღმოჩნდა მიძლევი (Федотова, 1964; Яковлева, 1973; Салтыкова, 1983). ამიტომ, 1970 წელს იაკოვლევამ ჯიშ-დიფერენციატორებს დაამატა ახალი ჯიშები: ეკატერინსკი, მურმანსკი, ნემესაევსკის ვარდისფერი, პერლინა, პოვიროვეცი, ტროიანდა 2, ჩარივნიცა (Яковлева, 1973). უფრო მოგვიანებით, ყოფილ სსრკ-ში პათოტიპების იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენებოდა ჯიშ-დიფერენციატორთა განახლებული ნაკრები, რომელშიც დიფერენციატორები დაჯგუფებული იყო კიბოსადმი რეაქციის მიხედვით: 1 ჯგუფი- ალმა, 2 ჯგუფი -ლვოვსკი ბელი, 3 ჯგუფი

- გიევონტ, ორა, პერლინა, ტროიანდა-2, ხილა, ცაიზინგ, 4 ჯგუფი-ტემპ (ცხრ. 6) (Салтыкова, 1988).

ცხრილი 6. სსრკ-ში კარტოფილის კიბოს გამომწვევის პათოტიპების დიფერენცირებისთვის რეკომენდებული ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრები

ჯგუფი	ჯიშ- დიფერენციატორები	რეაქცია პათოტიპების მიმართ							
		1 (D1)	11 (M1)	13 (R2)	16 (S1)	18 (I)	20	21	22
1	Альма	3	3	3	3	3	3	3	3
2	Львовский белый	2	3	3	3	3	3	3	3
3	Хилла	1	1	1	1	2	2	1	3
	Ора (Мира)	1	2	2	2	3	2	2	3
	Гиевонт	1	2	3	1	3	2	2	3
	Цайзиг	1	2	3	2	3	3	2	3
	Перлина	1	3	3	2	3	1	2	1
	Троянда-2	1	3	3	3	1	1	1	1
4	Темп	1	2	2	1	2	--	---	1

კიბოსადმი გამძლეობის ლაბორატორიული დიაგნოსტიკის სკალა: 1- ძლიერგამძლე: ნეკროზი, ერთეული სორუსები - ხუთამდე სორუსი; 2-გააჩნია საველე გამძლეობა -მიმოფანტული სორუსები, ნეკროზი ნაწილობრივ აქვს ან არ არსებობს; 3- მიმღები: ინფიცირებული აღმონაცენის დეფორმაცია ან გამონაზარდები.

შემდგომში ექსპერიმენტებით დაასაბუთეს და შეარჩიეს ჯიშების დამატებითი ნაკრები, რომლებმაც ჩაანაცვლეს ესა თუ ის ძირითადი ჯიშ- დიფერენციატორი: 1 ჯგუფი- ვოლტმანი, ლორხი, პოლესკის ვარდისფერი; 2 ჯგუფი- რანნი ჟოლტი, სკოროსპელკა 1, აკერზეგენ, ლუბელ; 3 ჯგუფი- ანტარეს, იმანდრა, აპოლო, ფონტანა, ნემეშაევსკი როზოვოი, კარდულა (Мельник, 1999a).

1998 წლამდე უკრაინაში პათოტიპების იდენტიფიცირებისთვის იყენებდნენ ყოფილ სსრკ-ში არსებულ ჯიშ დიფერენციატორებს (Malakhanova, 1998). ჩატარებული კვლევის შედეგად, მელნიკმა საჭიროდ მიიჩნია გადაეხედა ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრებზე, რადგან ის არ იძლეოდა ზუსტ, სტაბილურ რეაქციას აგრესიული მთიანი კარპატების პათოტიპებით ინფიცირებისას. დიფერენციატორთა ნაკრებში ჯიშების გაერთიანების კრიტერიუმებს წარმოადგენდა პათოტიპებით ინფიცირებისას მათი

სპეციფიკური რეაქცია, ასევე კარტოფილის წარმოების მოცულობა და ხელმისაწვდომობა (Мельник, 1999a).

ბოლო ათი წლის მანძილზე უკრაინაში გამოიყენება 11 ჯიშ-დიფერენციატორისგან შემდგარი ნაკრები: პოლესკი ვარდისფერი, სლოვიანკა, პიროვსკა, ლეგენდა, კალინივსაკა, მალინსკა, შედრუკ, დივო, ჩერნოვა როტა, ბოჟედარ, გლაზურნაია.

რუსეთში კი პათოტიპების იდენტიფიცირების მიზნით გამოიყენებოდა 20 ჯიშისაგან შემდგარი გაერთიანებული ნაკრები, რომელიც წარმოდგენილი იყო უკრაინული, რუსული და ევროპული ჯიშებით (Хютти, 2008).

ჩეხეთში დიფერენციატორთა ნაკრები შედგებოდა 25 ჯიშისაგან. პოტოსეკის ინფორმაციით გერმანული დიფერენციატორების თითქმის ყველა ჯიშში არ იძლეოდა ადგილობრივი პათოტიპების იდენტიფიცირების საშუალებას (Potocek, 1991). ამიტომ ნაკრებში შედიოდა ძირითადად ადგილობრივი სელექციის ჯიშები (Radka, Karsa, Iva, Eta, Борька და სხვ) (Hey, 1957; Hey, 1959; Ullrich, 1958; Ullrich, 1959b; Ullrich, 1959a; Stachewicz, 1980). ბაიანის ცნობით ამ ნაკრების გამოყენებით პრაქტიკულად შეუძლებელი იყო ზოგიერთი პათოტიპების ერთმანეთისაგან განსხვავება (Baayen, et al., 2006).

ევროკავშირის ტერიტორიაზე, EPPO-ს რეგიონებში ყველაზე მნიშვნელოვანი პათოტიპებია: 1 (D1), 2 (G1), 6 (01), 8 (F1) და 18 (T1) (ცხრ. 7). აქედან გამომდინარე, 2004 წელს EPPO მიერ შემოთავაზებული იქნა ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრები¹, რომელიც შედგებოდა ჰოლანდიური და გერმანული სელექციის 11 ჯიშისაგან (OEPP/EPPO, 2004). მოცემული ჯიშ-დიფერენციატორები გამოიყენება ძირითადად იმ ქვეყნებში (გერმანია და ჰოლანდია), სადაც გავრცელებულია მოცემული პათოტიპები (ცხრ. 7).

ცხრილი 7. EPPO-ს ქვეყნებში გამოყენებული კარტოფილის დიფერენციატორთა ნაკრები და მათი რეაქცია *Synchytrium endobioticum*-ის დომინირებულ პათოტიპთა მიმართ

ჯგუფი	ჯიშები	პათოტიპები				
		1 (D1)	2 (G1)	6(01)	8 (F1)	18 (T1)
1	Deodara*	+	+	+	+	+
	Tomensa	+	+	+	+	+
	Eersteling	+	+	+	+	+
2	Producent*	-	+	+	+	+

	Combi	-	+	+	+	+
3	Saphir*	-	+	-	-	-
	Delcora*	-	-	-	+	+
	Miriam*	-	-	-	-	+
4	Karolin	-	-	-	-	-
	Ulme	-	-	-	-	-
	Beiita*	-	-	-	-	-

სადაც, * - ნიდერლანდებში გამოყენებული ჯიშ-დიფერენციატორები (Baayen et al., 2004b) [123]. "-" - გამძლე; "+" - მიძლე (აღმონაცენების დეფორმაცია ან > 5 ზამთრის სპორანგიუმების არსებობა აღმონაცენებზე).

ამჟამად, გერმანიაში გამოიყენებენ EPPO–ს მიერ შემოთავაზებული ნაკრებიდან შემდეგ ჯიშებს Karolin, Miriam, Saphir და Tomensa (Stachewicz & Langerfeld, 1998; Baayen, et al., 2006), ხოლო ჰოლანდიაში დიფერენციატორთა ნაკრები შედგება 6 ჯიშისაგან: Deodara, Producent, Delcora, Miriam, Saphir და Belita (Baayen, 2004b.)

ბოლო წლებში ჩატარებული ინტერლაბორატორიული კვლევების თანახმად ზოგიერთი ჯიში არ იძლეოდა მკვეთრ სხვაობას გამძლე და მიძლე რეაქციის ტიპებს შორის და EPPO-ს ექსპერტებმა 2017 წელს შემოგვთავაზა ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრები (OEPP/EPPO, 2017) (ცხრ. 8), სადაც გენეტიკურად მსგავს ჯიშთა ჯგუფში ჯიში Eersteling ჩანაცვლდა ჯიშით Evora, ჯიში Combi ჩანაცვლდა ჯიშით Irga, ჯიშები Delcora და Miriam ჩანაცვლდა ჯიშმა Talent, ხოლო ჯიში Ulme ჩანაცვლდა ჯიშებით Ikar და Gawin.

ცხრილი 8. EPPO (2017) მიერ შემოთავაზებული ჯიშ-დიფერენციატორები

დიფერენციატორები	გამძლეობა	1 (D1)	2 (G1)	6 (O1)	18 (T1)
ტომენსა (Tomensa) ევორა (Evora) დეოდარა (Deodara)	არცერთი	+	+	+	+
ირგა (Irga) პროდუსენტ (Producent)	1	-	+	+	+
ტალენტ (Talent)	1	-	-*	-*	+
საფირ (Saphir)	1, 6, 18	-		-	-
იკარ (Ikar) გავინ (Gawin) კაროლინ (Karolin)	1, 2, 6, 18	-	-	-	-

ბელიტა (Belita)					
-----------------	--	--	--	--	--

სადაც, * ნაკლებად მიმღები რეაქცია: შეიმჩნევა არანეკროზული სორუსები, მაგრამ კიბოს არასრული ფორმირება. „+“ - წარმოიქმნება კიბო; „-“ არ წარმოიქმნება კიბო.

1.2.9. კარტოფილის კიბოს კონტროლი

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, კარტოფილის კიბო საქართველოში შეზღუდულად გავრცელებული საშიში საკარანტინო სოკოვანი დაავადებაა. კარტოფილის კიბოს კერების დროული გამოვლენის, ლოკალიზაციისა და ლიკვიდაციის მიზნით იყენებენ ბრძოლის კომპლექსურ ღონისძიებებს, რაც გულისხმობს საკარანტინო, აგროტექნიკურ და ქიმიურ მეთოდებს.

საკარანტინო ღონისძიებები გულისხმობს საგანგებო ფიტოსანიტარიული რეჟიმით საკარანტინო ფიტოსანიტარიული ზონის დადგენას. კერძოდ, იკრძალება დასახლებული, დასენიანებული პუნქტებიდან კარტოფილის ტუბერების, ბოლქვების, ძირხვენების, ფესვიანი მცენარეების გამოტანა, ასევე, ნაკელის გამოტანა და მისი გამოყენება. იკრძალება კიბოს მიმართ მიმღები კარტოფილის ჯიშების დარგვა. ასეთ კერებში მოყვანილი კარტოფილი არ შეიძლება გამოყენებული იქნას სათესლედ, ასევე არ შეიძლება დაავადებული კარტოფილის გამოყენება საკვებად და ცხოველების გამოსაკვებად. საექვო საკარანტინო ზონიდან სარგავი მასალის, ტუბერების შემოტანისას ტარდება საკარანტინო კონტროლი (დათვალიერება, ლაბორატორიული ექსპერტიზა) (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, 2015).

ევროკავშირის დირექტივას ჩარჩოს ფარგლებში საკანონმდებლო პოლიტიკის გატარებამ მნიშვნელოვნად შეამცირა პათოგენის გავრცელება მსოფლიო მასშტაბით. ევროკავშირის ძირითადი მოთხოვნაა ინფიცირებული ნაკვეთების დემარკაცია და ინფიცირებული მცენარეული მასალების აღმოფხვრა. აკრძალულია ინფიცირებული კარტოფილით ვაჭრობა. ევროკავშირის წევრ ქვეყნებს ეკრძალებათ დემარკირებულ ნაკვეთებში კარტოფილის დარგვა 20 წლის განმავლობაში. ბუფერულ ზონებში მხოლოდ კარტოფილის დაავადებისადმი გამძლე ჯიშები უნდა დაირგოს. დემარკირებულ ზონაში კარტოფილის შემდგომი კულტივაციისათვის აუცილებელია ნიადაგის ანალიზი. ნაკვეთებზე შეიძლება განხორციელდეს აკრძალვის ნაწილობრივი მოხსნა 10 წლის შემდეგ დაავადებისადმი გამძლე ჯიშების დარგვით. ნაკვეთზე არ უნდა დაირგოს სხვა კულტურები აკრძალვის სრულ მოხსნამდე (მინიმუმ 20 წელი)

(OEPP/EPPO, 1999). ევროსაბჭოს დირექტივის 69/464/EEC მიხედვით (Anon, 1969), ევროკავშირის წევრმა სახელმწიფოებმა შეიძლება მიიღონ დამატებითი ან უფრო მკაცრი დადგენილებები კარტოფილის კიბოს კონტროლთან დაკავშირებით.

ევროკავშირთან საკანონმდებლო დაახლოების ფარგლებში საქართველოს მთავრობის მიერ შემუშავდა და 2015 წლის 1 ივლისიდან ძალაში შევიდა კარტოფილის კიბოს კონტროლის წესი, რომელიც არეგულირებს დაავადების გამომწვევი პათოგენის ფიტოსანიტარიულ კონტროლს და მისი გავრცელების პრევენციას. წესი ვრცელდება სასურსათო, სარგავი და სათესლე კარტოფილის პირველად წარმოებაზე, გადამუშავებასა და დისტრიბუციაზე. აღნიშნული წესის თანახმად, თუ მცენარეზე გამოვლინდება დაავადების ნიშნები ან ნიადაგში აღმოჩნდება პათოგენის სულ მცირე ერთი სიცოცხლისუნარიანი სპორანგიუმი, ტერიტორიაზე უნდა გამოცხადდეს მცენარეთა კარანტინი, მოხდეს საკარანტინო და ბუფერული ზონის დემარკაცია. საკარანტინო ზონაში დაწესდება აკრძალვა და შეზღუდვა, რაც მინიმუმამდე დაიყვანს პათოგენის გავრცელების რისკს. ფერმერი ვალდებულია დაიცვას კანონით გათვალისწინებული წესები (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, 2015).

აგროტექნიკური ღონისძიებები გულისხმობს დასენიანებულ ადგილებში კიბოგამძლე კარტოფილის ჯიშების მოყვანას, თესლბრუნვას, ისეთი სათოხნი და პარკოსანი კულტურების თესვას, რომლებიც არ ავადდებიან კიბოთი. არ შეიძლება ასეთ ადგილებში მრავალწლიანი ბალახების თესვა. დასენიანებული კერებში თესავენ: ჭვავს, ქერს, ბარდას, სიმინდს, შემდეგ რგავენ კიტრს, კომბოსტოს, ლობიოს. მხოლოდ მეოთხე წელს შეიძლება დაირგას კარტოფილი. კარტოფილის მწკრივთაშორისი განლაგება სხვა კულტურებთან და ასევე კულტურათა მონაცვლეობა ამცირებს *A. Endobioticum* სპორებს ნიადაგში (Singh & Shekhawat, 2000). მაგ, გუნაქტის მიერ ჩატარებულ ცდებში ნათლად ჩანს, რომ სპორანგიუმების რაოდენობა მნიშვნელოვნად მცირდება მცენარეების: ჭვავის, მზესუმზირას, ნიორის, სიმინდის, ხორბალის, ხახვის, იონჯას, სტაფილოს, ქერის, ბოლოკის, საზამთროს, ყაბაყის და ლობიოს დარგვით ინფიცირებულ ნიადაგზე (Gunacti & Erkiliç, 2013).

ქიმიური ღონისძიებები (დეზინფექცია შარდოვანათი, ნიტრაფენით ან ქლორიანი კირით) ადრე ტარდებოდა ერთეულ იზოლირებულ კერებში. კარტოფილის კიბოს წინააღმდეგ ქიმიური ბრძოლის ღონისძიებებს სწავლობდნენ 80 წლის განმავლობაში

ევროპაში (Obidiegwu, Flath K, Gebhardt C., & Gebhardt, 2014). 120 ორგანული და არაორგანული ქიმიური ნივთიერებების შეფასებისას აღმოჩნდა, რომ ისინი წარმოადგენდნენ ფიტოტოქსიკურ ნივთიერებებს და მოქმედებდნენ როგორც ნიადაგის სტერილიზატორები (Hampson & Thompson, 1977). ქიმიურმა დამუშავებამ (ვერცხლისწყლით, გოგირდით, სპილენძით, ქლორის შემცველი ქიმიური ნივთიერებებით, ფორმალდეჰიდებით) გამოიწვია ნიადაგის უნაყოფობა (Reigner, 2006; van den Boogert, et al., 2005) და ამიტომაც დღეისთვის დაავადების მართვისას არცერთი პესტიციდის გამოყენება არაა რეკომენდირებული.

კარტოფილის კიბოს წინააღმდეგ ბიოლოგიური ბრძოლის ღონისძიებების გატარების მიზნით იყენებდნენ აქტინომიცეტების კულტურას. აღმოჩნდა, რომ კიბოთი დაავადების სიხშირე შემცირდა 97 % დან 25%-მდე (Mirzabekian, et al., 1961; Roach, et al., 1925), მაგრამ შემდგომმა განმეორებითმა ცდებმა გამოავლინა ბიოპრეპარატის ძალიან დაბალი ეფექტურობა.

დღეისათვის, კარტოფილის კიბოსგან მცენარის დაცვის ყველაზე უფრო ეფექტური, ეკოლოგიურად უსაფრთხო და ეკონომიური მეთოდია კიბოსადმი გამძლე ჯიშების კულტივაცია.

სელექცია გამძლეობაზე დაფუძნებულია კარტოფილის ჯიშების გამძლეობის გენებსა და კიბოს პათოტიპთა შორის ძალიან რთულ ურთიერდამოკიდებულებაზე. კიბოს მიმართ გამძლე ჯიშების გამოყვანის მიზნით სელექცია დაწყებული იყო 100 წლის წინ და განსაკუთრებით წარმატებული იყო პათოტიპ 1(D1)-ისადმი გამძლე ჯიშების სელექცია (Obidiegwu et al., 2014). ნიდერლანდებში NPPO -ის სიის მიხედვით 450-ზე მეტი 1(D1)-ისადმი გამძლე ჯიშია გამოყვანილი და ხელმისაწვდომი. მაგრამ იგივე არ შეიძლება ითქვას სხვა პათოტიპებთან მიმართებაში, რომლებიც გამოვლენილი იქნა 1940 წლის შემდგომ პერიოდში (Baayen et al., 2006). მხოლოდ 15-29 ჯიშია 2(G1), 6(O1) და 18(T1) პათოტიპებისადმი გამძლე და მხოლოდ 5 ჯიშია გამძლე დანარჩენი 4 პათოტიპისადმი (REPORT, 2017)

თავი 2. კვლევის მასალა და მეთოდები

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა კარტოფილის კიბოს გამომწვევი საკარანტინო სოკოვანი პათოგენის - *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival საქართველოში გავრცელებული პოპულაცია.

კვლევის მასალას წარმოადგენდა ხულოს რაიონის სხვადასხვა სოფლებსა და მესტიის რაიონის სოფელ უშგულში აღებული კარტოფილის კიბოთი ინფიცირებული კარტოფილის ტუბერების და ნიადაგის ნიმუშები, კარტოფილის კიბოს საქართველოში გავრცელებული პოპულაციის პათოტიპური სტრუქტურის იდენტიფიცირების მიზნით გამოყენებული კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორები და 49 ინტროდუცირებული კარტოფილის ჯიში, რომელთა შორის 16 ჯიში (მარფონა, იმპალა, სანტე, ელმუნდო, სილვანა, არტემისი, კარლიტა, ალვარა, რედ-ფანტაზი, სპუნტა, არიზონა, ფაბულა, არინდა, პეკარო, პანამერა, პროვენტო) ჰოლანდიურია; 22 ჯიში (მარაბელ, ეუროპრიმა, ბერნადეტე, აგრია, მაგდა, ომეგა, კაპტივა, ნანდინა, კატანია, ანალენა, ლეანდრა, გლორიეტა, ჯელი, ლაურა, კარუსო, ფინკა, ფლორენტე, მილვა, კარდინია, კორონადა, ესტრელა, ანდრეა) გერმანული; 4 ჯიში (ფიგარო, სატურნა, არნოვა, სოფია,) ბრიტანულია; 4 ჯიში (სკარბი, ლილეა, ულადარი, ბრიზ) ბელორუსული და 3 ჯიში (მესხური, ჯავახეთური და მესხური წითელი) საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის მიერ გამორჩეულია კარტოფილის კვლევის საერთაშორისო ცენტრის -CIP-ის საწარგებიდან 2010-2012 წლებში.

კვლევის ჩატარების ადგილი და პირობები. კვლევა ხორციელდებოდა ლაბორატორიის, სათბურის და მინდვრის პირობებში. კვლევა ძირითადად განხორციელდა ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის გამძლეობის გენეტიკის განყოფილებაში ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დოქტორანტურის გრანტის № PhD_F_17_54 ფინანსური მხარდაჭერით. კვლევის გარკვეული ნაწილი, კერძოდ, ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშებიდან სპორანგიუმების გამოყოფისა და მათი სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრა განხორციელდა უკრაინის მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის საკარანტინო მავნებლებისა და დაავადებების კვლევით სადგურში. კიბოს პათოტიპების იდენტიფიცირების მიზნით

ჩატარებული კვლევის ნაწილი განმეორებული იქნა ჰოლანდიის მცენარეთა დაცვის ეროვნული ორგანიზაციაში (NPPO, the Netherlands).

კვლევის მეთოდები. კვლევის ამოცანების შესასრულებლად ძირითადად გამოყენებული იყო EPPO (ევროპისა და ხმელთაშუა ზღვის მცენარეთა დაცვის ორგანიზაცია) მეთოდები და სტანდარტული პროტოკოლები:

1. OEPP/EPPO სტანდარტი: ფიტოსანიტარული პროცედურები: ნიადაგის შემოწმება და ინფიცირებული ნაკვეთების დემარკაცია, PM 3/59, 1999;
2. OEPP/EPPO სტანდარტი: დიაგნოსტიკური პროტოკოლი რეგულირებადი მავნებლებისთვის, PM 7/28, 2004;
3. OEPP/EPPO სტანდარტი: PM 7/28 (2) *Synchytrium endobioticum*, 2017.

კვლევის ამოცანებით განსაზღვრული აქტივობების შესრულების დროს გათვალისწინებული იქნა საქართველოს მთავრობის დადგენილება №305, 2015 წლის 25 ივნისი, ქ.თბილისი, ტექნიკური რეგლამენტის - „კარტოფილის კიბოს კონტროლის წესის“ დამტკიცების თაობაზე.

2.1. კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალის დადგენა

კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალის, საკარანტინო ზონების და განვითარების ინტენსივობის დადგენის მიზნით კარტოფილის ნარგავის ექსპედიციური გამოკვლევა განხორციელდა აჭარის, ქვემო ქართლის, სამცხე-ჯავახეთისა და სვანეთის მეკარტოფილეობის ძირითად რაიონებში როგორც მცენარის ვეგეტაციის და მოსავლის აღების, ისე მოსავლის შენახვის პერიოდში. 2016-2018 წლებში ექსპედიციები ტარდებოდა წინასწარ განსაზღვრული გეგმისა და მარშრუტის შესაბამისად.

ფორესტის მიხედვით (Forrest, et al., 2006) დაავადების გავრცელება (%) გეოგრაფიულად შერჩეულ კონკრეტულ რეგიონში გამოითვლება დაავადების კერების რაოდენობის შეფარდებით საერთოდ რეგიონში ინსპექტირებული გეოგრაფიული ადგილების რაოდენობის ჯამზე $X 100$. დაავადების გავრცელების ინტენსივობა მინდორში გამოთვლილი იყო ფორმულით: $P = \frac{n \cdot 100}{N}$, სადაც P არის დაავადების გავრცელება მინდორში (%), N-აღრიცხული მცენარეების (ტუბერების) საერთო რაოდენობა; n-დაავადებული მცენარეების (ტუბერების) რაოდენობა.

დაავადების განვითარების ინტენსივობის შეფასებისათვის გამოიყენებოდა EPPO-ს დიაგნოსტიკურ პროტოკოლში მოყვანილი აღწერითი სკალა (EPPO, 2004) (ცხრ. 9), რომელშიც მოცემულია დაავადების განვითარების ხარისხი ტუბერებზე განვითარებული კორძების ზომის ან კლასის საფუძველზე. 2016, 2017 და 2018 წლებში გამოკვლეულ ნაკვეთებზე აღებულ 100-100 ტუბერზე აღრიცხული დაავადების გავრცელების ინტენსივობის მაჩვენებლები დამუშავდა სტატისტიკურად ვარიაციული ანალიზის საშუალებით, გამოთვლილი იქნა დაავადების გავრცელების ინტენსივობის საშუალო მაჩვენებლები და მათი ცდომილება.

ს. სკვანასა და ს. უჩხოში ჩატარებული მინდვრის ცდების შედეგების საფუძველზე გამოთვლილი იყო დაავადების ანუ ინფექციის ინდექსი ფორმულით: დაავადების განვითარების ინტენსივობა, % = {მთლიანი შეფასების ჯამი / მთლიანი შეფასება X დაავადების მაქსიმალურ კატეგორიაზე (კლასზე)} X 100.

ცხრილი 9. კარტოფილის კიბოს განვითარების ინტენსივობის აღწერითი სკალა

კლასი 1	არაა დაავადებული;
კლასი 2	ერთი პროლიფერაცია (<5 მმ);
კლასი 3	2 ან 3 პროლიფერაცია (<5 მმ) ან ერთი უფრო დიდი პროლიფერაცია (5-10 მმ);
კლასი 4	რამდენიმე პატარა კიბოს კორძი (5-10 მმ დიამეტრის);
კლასი 5	რამდენიმე საშუალო ზომის კიბოს კორძი (>10 მმ დიამეტრის) ;
კლასი 6	რამდენიმე დიდი კიბოს კორძი (>10 მმ დიამეტრის) და ტუბერების დეფორმაციის დასაწყისი;
კლასი 7	დიდი ზომის (10 მმ-ზე მეტი დიამეტრის) კიბოს კორძი და ტუბერების წარმოქმნა დარღვეული;
კლასი 8	ძალიან დიდი ზომის კიბო, ინდივიდუალური ტუბერები ჯერ კიდევ ადვილად საცნობია;
კლასი 9	ძალიან დიდი ზომის კიბო, არ არსებობს ნორმალური ტუბერები.

საბოლოო შეფასებად მიიჩნევა ის კლასი, სადაც დომინანტობს დაავადებული მცენარეები მსგავსი სიმპტომების მიხედვით. მაგალითად, თუ 10 მცენარიდან, 3 მცენარე მიეკუთვნება პირველ კლასს, 5 მცენარე - მეორე კლასს და 2 მცენარე - მესამე კლასს, მაშინ საბოლოო შეფასება იქნება 8.

2.2. დაავადებული ტუბერებისა და ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშების შეგროვება

კარტოფილის ნათესების გამოკვლევისას ხდებოდა დაავადებული ტუბერებისა და ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშების შეგროვება (სურ. 5) EPPO პროტოკოლის (PM 3/59, 1999) შესაბამისად (OEPP/EPPO, 1999).



სურათი 5. დაავადებული კარტოფილის ტუბერები და ნიადაგის ნიმუშები

ნიმუშების შეგროვება ხდებოდა კარტოფილის მცენარის ვეგეტაციის, მოსავლის აღების და ტუბერების შენახვის პერიოდში. მცენარის ვეგეტაციის დროს ხდებოდა მცენარის მიწისზედა ნაწილების გამოკვლევა კიბოს არსებობაზე. მოსავლის აღებისა და საცავებში შენახვის დროს ხდებოდა კარტოფლის ტუბერების ვიზუალური დათვალიერება. კარტოფილის მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილებზე წარმოქმნილი კიბოს შეფასება და აღრიცხვა ხდებოდა მცენარის სხვადასხვა ნაწილებზე წარმოქმნილი კიბოს კორძების რაოდენობისა და ზომების მიხედვით.

ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშების შეგროვება ხორციელდებოდა EPPO-ს PM 3/59(2) სტანდარტის მიხედვით (OEPP/EPPO, 1999). 0,1 ჰა ან 0,33 ჰა ნიადაგის ფართობიდან ვილებდით 1 ნიმუშს, რომელიც შედგებოდა 60 სინჯისაგან. სინჯების აღება ხდებოდა თანაბრად კონკრეტული ნაკვეთის მთელ ფართობზე სახნავი ფენის 20 სმ სიღრმეზე სპეციალური ნიმუშის ამღები ბურღით. თითოეული ნიმუშის წონა 20-25 კილოგრამამდე იყო. საწყისი ნიმუშიდან საშუალო ნიმუშის მისაღებად ვილებდით 500 გრამ ნიადაგს, ხოლო ნიადაგის პირდაპირი შემოწმების მიზნით საშუალო ნიმუშიდან - 200 გ ნიადაგს. ნიადაგის დანარჩენი ნაწილი გამოყენებული იქნა ბიოტესტისათვის.

კიბოთი დაავადებული კარტოფილის ტუბერები და ნიადაგის ნიმუშები რეგისტრირებული იქნა ინსტიტუტის კულტურათა კოლექციის ჟურნალში დადგენილი წესის მიხედვით ნიმუშის ტიპის, ადების ადგილის, კარტოფილის საცავის ან ნაკვეთის მფლობელის და ტუბერებზე დაავადების განვითარების ხარისხის მითითებით. ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფ. დიდაჭარაში, სკვანაში, უჩხოსა და ძირკვამეებში აღებულ ნიმუშებს(იზოლატებს), შესაბამისად, მიენიჭათ კოლექციის კოდები: pw13, pw14, pw15 და pw16, ხოლო ს.უშგულში აღებული ნიმუშებს- კოდი pw17.

2.3. დაავადების დიაგნოსტიკა

2.3.1. პათოგენის იდენტიფიცირება მცენარეულ ნიმუშებში კლასიკური მეთოდებით

კარტოფილის კიბოს გამომწვევი პათოგენის იდენტიფიცირების მიზნით კიბოთი დაავადებული მცენარეული მასალა მოწმდებოდა ზაფხულისა და ზამთრის სპორანგიუმების არსებობაზე 2004 წლის OEPP/EPPO პროტოკოლის PM 7/28, შესაბამისად (OEPP/EPPO, 2004). სტერეო მიკროსკოპის 100 – 400 × გადიდებაზე ხდებოდა კარტოფილის კიბოს ქსოვილის თხელი მიკროსკოპული ანათალის შემოწმება სპორანგიუმების არსებობაზე, ასევე ხდებოდა მკვდარი და ცოცხალი სპორანგიუმების იდენტიფიცირება.

2.3.2. პათოგენის გამოყოფა ნიადაგის ნიმუშებიდან, იდენტიფიკაცია და

სიცოცხლიუნარიანობის განსაზღვრა კლასიკური მეთოდით

ნიადაგის ნიმუშებიდან პათოგენის გამოყოფისა და იდენტიფიცირების რამდენიმე მეთოდი არსებობს შესაბამისად (OEPP/EPPO, 2004), რომელთაც სხვადასხვა სახის ნაკლოვანება აქვს. კერძოდ, რამდენიმე კლასიკური მეთოდი მოითხოვს დიდ დროს, გამოყენებული ქიმიური ნივთიერებები კანცეროგენულია, ელექტრომაგნიტურ საცერში ნიადაგის წყალხსნარის ფილტრაციისას ადგილი აქვს საკვლევი მასალის კარგვას მაღალი წნევის (3 ბარი) ზეგავლენით; კალციუმის ქლორიდი ხელს უშლის ფილტრაციას და თხევადი ნიმუშის გაშრობას; ლაქტოგლიცეროლის გამოყენებით წარმოიქმნება მუქი, მღვრიე სუსპენზია, რომელიც არ იძლევა ზოოსპორანგიუმის

ნიადაგის მრავალრიცხოვანი ორგანული ნაწილაკებისაგან გარჩევის საშუალებას მიკროსკოპის ქვეშ.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, პათოგენის გამოყოფისა და იდენტიფიცირების მიზნით გამოყენებული იქნა უკრაინის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის საკარანტინო ორგანიზმების სამეცნიერო-კვლევითი სადგურის მიერ შემუშავებული სწრაფი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო და იაფი მეთოდი (Мельник & Зеля, 2001). ამ მეთოდის გამოყენებით შეგვიძლია არა მარტო სპორანგიუმების გამოყოფა ნიადაგიდან, არამედ მათი სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრაც.

მოცემული მეთოდის თანახმად პათოგენის გამოყოფისათვის ნიადაგის ნიმუშებს ვაშრობდით თერმოსტატში 37°C ტემპერატურაზე. მშრალი ნიადაგის ნიმუშებიდან ვიღებდით 1 გ ნიადაგს და ვბეგავდით როდინში რეზინიანი ფილთაქვით, შემდეგ ვცრიდით 1.0 მმ, 0,5 მმ, 0,25მმ და 0,03მმ ნახვრეტების მქონე საცრებში. 0,03 მმ ზომის ნახვრეტების მქონე საცერზე არსებული ნიადაგის ნიმუში გადაგვქონდა სინჯარაში და ვუმატებდით 15-20 მლ ნარკოზის ეთერს ორგანული ნივთიერების დაშლისათვის. ამის შედეგ ვფილტრავდით ფილტრის ქაღალდის გამოყენებით და ვუმატებდით 15-20 მლ ნატრიუმ იოდიდის 48,5%-იან ხსნარს (ხვედრითი წონით 1,44) და ვახდენდით მის ცენტრიფუგირებას 800 ბრ./წმ 1 წთ განმავლობაში. ცენტრიფუგირებისას ზოოსპორანგიუმები ამოტივტივდებოდა, ხოლო ნიადაგის ნაწილაკები დაილექებოდა. სუპერნატანტი გადაგვქონდა საათის მინაზე და ვითვლიდით სპორანგიუმების რაოდენობას 1 გ ნიადაგში. სპორანგიუმის სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრისათვის ვიყენებდით საღებავს- კუმასი ლურჯის 0,5 % ხსნარს. შეღებვისას ზამთრისა და ზაფხულის სიცოცხლისუნარიანი ზოოსპორანგიუმები ღებულობენ ლურჯ შეფერილობას, ხოლო უსიცოცხლო სპორანგიუმები კი ცარიელი იყო. დეფორმირებული სპორანგიუმი არ იღებებოდა.

უკრაინის მცენარეთა სამეცნიერო-კვლევითი საკარანტინო სადგურის მიერ შემუშავებული მეთოდით ქლოროფორმისა და კალციუმ ქლორიდის გამოყენებით ვერ მოხერხდა ნიადაგებში ორგანული ნივთიერებების სრულად დაშლა დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო და მიღებული შედეგები რიგ შემთხვევაში ნაკლებად სანდოდ ჩავთვალეთ. ამიტომაც, ორგანული ნივთიერებების დაშლისათვის გამოვიყენეთ EPPO (2017) პროტოკოლის მიერ შემოთავაზებული ნივთიერება

კაოლინი (OEPP/EPPO, 2017). ტუბებში არსებულ 1 გ. ნიადაგს ვუმატებდით 2-3 გ. კაოლინს და ვანჯღრევდით ვორტექს-სანჯღრეველათი ფრაქციების დაშლის მიზნით 10 წამის განმავლობაში. ამის შემდეგ, ვახდენდით ტუბების ცენტრიფუგირებას 1080 ბრუნზე 5 წუთის განმავლობაში. ტუბებში არსებულ სუპერნატანტს ვფილტრავდით ფილტრის ქაღალდზე და ვითვლიდით სპორანგიუმების რაოდენობას 1 გ ნიადაგში მიკროსკოპის საშუალებით (სურ. 6).



სურათი 6. კარტოფილის კიბოს გამომწვევის სპორანგიუმების იდენტიფიკაცია კლასიკური მეთოდის გამოყენებით

სპორანგიუმების სიცოცხლიუნარიანობას ვადგენდით მათი შემცველობის მიხედვით მიკროსკოპული შემოწმების გზით. ცოცხალ სპორანგიუმებს ჰქონდა ჰომოგენური, გრანულოვანი შემცველობა, ხოლო უსიცოცხლო სპორანგიუმები ცარიელია.

2.3.3. პათოგენის იდენტიფიკაცია მოლეკულური (PCR) მეთოდით

ზოგიერთი საექვო ნიმუშში კიბოს გამომწვევის იდენტიფიცირება ჩავატარეთ სპეციფიკური პჯრ-ის გამოყენებით (van den Boogert, et al., 2005). მეთოდი მოიცავს სამ ძირითად ეტაპს: დნმ-ის გამოყოფა დაავადებული ნიმუშიდან; დნმ-ის სპეციფიური ფრაგმენტების ამპლიფიკაცია; ამპლიფიცირებული პროდუქტის აღმოჩენა (დეტექცია).

დნმ-ის გამოყოფა - კიბოს ქსოვილის (მაქსიმუმ 100 გ) ექსტრაქცია ხორციელდება სპეციალური ნაკრების -DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen)- და Plant Tissue Mini Protocol-ის გამოყენებით და ირეცხებოდა 50 µL AE ბუფერში.

გამოყენებული იყო წყვილიპრაიმერი: F49 (5'-CAACACCATGTGAACTG-3') და R502 (5'-ACATACACAATTCGAGTTT-3'). პჯრ რეაქციები ტარდებოდა თერმოციკლერში (Techne TC-412). სარეაქციო ხსნარის მთლიანი მოცულობა შეადგენდა 25 მკლ-ს და შედგებოდა შემდეგი კომპონენტებისგან (ცხრ. 10):

ცხრილი 10. სპეციფიკური პჯრ-ის სარეაქციო ნარევი

რეაგენტები	მოცულობა µL	საბოლოო კონცენტრაცია
მოლეკულური წყალი	13.8	N.A.
ბუფერი	5.0	1X
MgCl ₂	1.5	1.5 mM
dNTPs	0.5	0.2 mM
პრაიმერი F49	1.5	600 nM
პრაიმერი R502	1.5	600 nM
Taq პოლიმერაზა	0.2	1 U
დნმ ექსტრაქტი	1.2	
ჯამი	25.0	

თერმოციკლერში პჯრ-ის მიმდინარეობის პირობები იყო: 2 წთ 95°C-ზე, 35 X (30 წამი 95°C-ზე, 30 წამი 57°C-ზე, 30 წამი 72°C-ზე), 5 წთ 72°C-ზე, სწრაფი გაგრილება ოთახის ტემპურატურაზე. ცდა ითვლებოდა დადებითად, როცა 472 bp ზომის სადიაგნოსტიკო ფრაგმენტები წარმოიქმნებოდა.



სურათი 7. *Synchytrium endobioticum* იდენტიფიკაცია სპეციფიკური პჯრ-ის გამოყენებით

დადებით კონტროლად გამოყენებული იყო გაერთიანებული სამეფოს სურსათისა და გარემოს კვლევის სააგენტოს კულტურათა კოლექციიდან მიღებული კარტოფილის კიბოს რეფერენტული შტამი დნმ, უარყოფით კონტროლად კი- ბიოლოგიურად სუფთა წყალი. დნმ მარკერად გამოყენებული იყო 1kb DNA Ladder, რომელსაც დავამატეთ 10 μ L Load dye. შედეგების ვიზუალიზაციას ვახდენდით ჰორიზონტალური ელექტროფორეზის გზით 1.5% აგაროზის გელზე ეთიდიუმ ბრომიდის დამატებით (სურ. 7).

2.4. პათოტიპების იდენტიფიცირება

კიბოს პათოტიპური სტრუქტურის დასადგენად გამოყენებული იქნა ინსტიტუტის კულტურათა კოლექციაში რეგისტრირებული *Synchytrium endobioticum*-ის იზოლატები pw13, pw13N, pw14, pw15, pw16, pw17, კარტოფილის საერთაშორისო ჯიშ-

დიფერენციატორთა ნაკრები და გლინ-ლიმერზალის, სპიკერმანის, ქოთნისა და მინდვრის ცდის მეთოდები.

2.4.1. კარტოფილის საერთაშორისო ჯიშ-დიფერენციატორები

კიბოს პათოტიპების იდენტიფიცირების მიზნით გამოყენებული იყო EPPO-ს მიერ 2004 და 2017 წლებში (OEPP/EPPO, 2004; OEPP/EPPO, 2017) შემუშავებული პროტოკოლებით რეკომენდებული კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორთა საერთაშორისო ნაკრები (ცხრ. 11), რომელიც შედგებოდა შემდეგი ჯიშებისგან: გავინ (Gawin), დეოდარა (Deodara), პროდუსენტ (Producent), ბელიტა (Belita), დელკორა (Delcora), ტალენტი (Talent) და საფირ (Saphir). აღნიშნული ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრები ჰოლანდიელი კოლეგების მიერ იყო მოწოდებული 2015 წელს.

ცხრილი 11. EPPO (2017) მიერ შემოთავაზებული ჯიშ-დიფერენციატორები და მათი რეაქცია მსოფლიოში დომინირებულ პათოტიპებისადმი

ჯიშ- დიფერენციატორები	პათოტიპები				
	1(D1)	2(G1)	6(O1)	18(T1)	8(F1)
დეოდარა					
პროდუსენტ	S	S	S	S	S
საფირ	R	S	S	S	S
დელკორა					
ტალენტი	R	S	R	R	R
გავინ					
ბელიტა	R	R	R	S	S

2.4.2. გლინ-ლიმერზალის მეთოდი

კარტოფილის ჯიშების გამძლეობის შეფასებისა და პათოტიპების იდენტიფიცირებისას გამოვიყენეთ გლინ – ლიმერზალის მეთოდი (OEPP/EPPO, 2017). ამ მეთოდს საფუძვლად უდევს ახალგაზრდა აღმონაცენების, ტუბერების თვლების არეში განვითარებული კვირტების ინფიცირება ზაფხულის სპორანგიუმების გამოყენებით (სურ 8-ა). *T. Cucumeris*-ის მიერ გამოწვეული ინფექციის თავიდან აცილების მიზნით თავდაპირველად საცდელ ტუბერებს ვამუშავებდით ფუნგიციდ პენციკურონით. თითოეული ცდის დროს ვიყენებდით კარტოფილის დიფერენციატორების 5-5 ტუბერს. ცდა ტარდებოდა 3-ჯერადი განმეორებით. 1-2 სმ

სიგრძის აღმონაცენებს ან 25-27 მმ დიამეტრის თვლებს შპრიცის გამოყენებით ვრკალავდით ვაზელინ-პარაფინით. კიბოს ნორჩი ქსოვილის ნაწილს (1-2 გ.) ვათავსებდით რგოლის შიგნით წყალთან ერთად. 8-12°C ტემპერატურაზე 48 საათიანი ინკუბაციის შემდეგ წარმოიქმნებოდა კიბოს ქსოვილი. ტუბერებს ვნამავდით გამოხდილი წყლით, შემდეგ მათზე ვათავსებდით ნოტიო ტორფის ფენას. ტუბერების დანამვა ხორციელდებოდა ყოველდღიურად 23-25 დღის განმავლობაში 16-18 °C ტემპერატურაზე. 25-30 დღის შემდეგ აღმონაცენებს ვასუფთავებდით ტორფისაგან და მიმღებ და გამძლე რეაქციებს ვაკვირდებოდით სტერეომიკროსკოპში. ცდის დროს რეაქციის ტიპების შეფასება ხორციელდებოდა OEPP/EPPO (PM 7/28 (2) მიერ შემოთავაზებული პროტოკოლის მიხედვით სპიკერმანის სკალის გამოყენებით (ცხრ. 12) (OEPP/EPPO, 2017). თუ ცდის დროს წამოიქნებოდა კიბო ერთი მსვენებარე სპორით, მაშინ ჯიში ფასდებოდა როგორც მიმღები დაავადების მიმართ და ავლნიშნავდით „+“-ით. ცდა წარმატებულად ჩაითვლდებოდა თუ, სულ მცირე, მიმღები დიფერენციატორების რეაქციის 50 % შეფასდებოდა როგორც "+".

2.4.3. სპიკერმანის მეთოდი

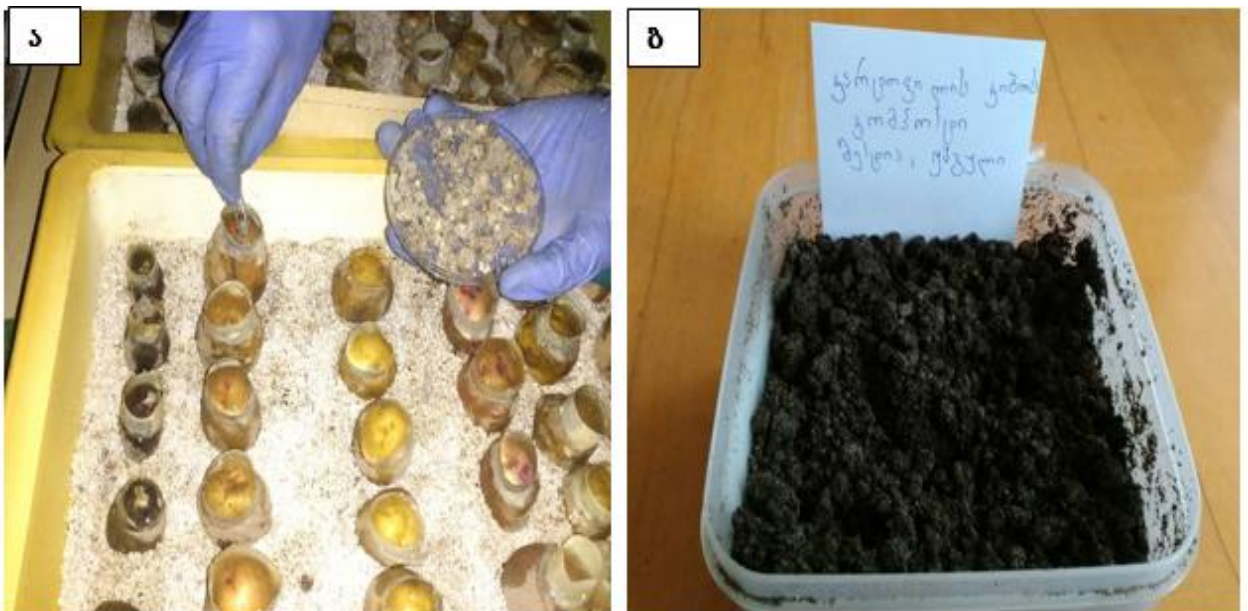
სპიკერმანის მეთოდისას გამოიყენება ზამთრის სპორები და მეთოდს საფუძვლად უდევს კიბოს კორძების ე.წ. „კომპოსტირება“ (სურ. 8-ბ) ზამთრის სპორანგიუმების გამოთავისუფლების მიზნით. ე.წ. კომპოსტის მომზადებისთვის ვიყენებდით კიბოს ახალ კორძებს 14 დღის განმავლობაში. ამ პერიოდში მათ ვინახავდით 4°C ტემპერატურაზე ლპობის თავიდან ასაცილებლად. კორძებს ვასუფთავებდით ფოთლებისგან, ღეროებისა და ჯანსაღი ტუბერების ნაწილებისაგან და ვჭრიდით 1 სმ ნაწილებად. კორძის ნაწილებს ვურევდით სუფთა მდინარის სილაში (3 კგ სილა და 1 კგ კორძი) და ვახდენდით ინკუბაციას 18-25 °C ტემპერატურაზე. ნარევს ვნამავდით ყოველდღე ონკანის წყლით, მაგრამ არ ვასველებდით ტუბერების სიდამპლის თავიდან აცილების მიზნით.

პირველი 2 თვის განმავლობაში ნარევს ვურევდით ყოველდღე, შემდეგ კი ყოველკვირეული ინტერვალით მომდევნო 2 თვის განმავლობაში. 4 თვის შემდეგ ნარევს აღარ ვურევდით და მხოლოდ ვნამავდით. ვაშრობდით ჰაერის ტემპერატურაზე 2 თვის განმავლობაში. 6 თვის შემდეგ კომპოსტი მზად იყო

პათოტიპების იდენტიფიცირებისთვის. 10-18 °C ტემპერატურაზე შენახვისას კომპოსტის გამოყენება შესაძლებელია 10-30 წლის განმავლობაში (OEPP/EPPO, 2017).

დაავადებისადმი მიმღები ჯიშის ტუბერებს (დეოდორა და მარფონა) ვათავსებდით 2 მმ მანძილის დაცილებით ყუთში. 1,0-1,5 გრამ ინოკულუმს ვათავსებდით თითო ტუბერის თვალზე. ინოკულირებული ტუბერის თვლებს კვლავ ვნამავდით და ვათავსებდით საკონტროლო არეზე 16-18 °C ტემპერატურაზე სიბნელეში. ფარდობითი ტენიანობა საკონტროლო არეში იყო მაღალი (თავდაპირველად 80 %, ხოლო 14 დღის შემდეგ 90 %). ამ დროის განმავლობაში, ყუთებს კარტოფილის ტუბერ-ბლოკებით ვნამავდით ყოველდღიურად. 8-10 დღის შემდეგ, 6-8 სმ სიგრძის მთავარ აღმონაცენს ვჭრიდით 1 სანტიმეტრამდე, ხოლო გვერდით აღმონაცენებს ვჭრიდით 3,5 სანტიმეტრამდე და კიდევ ორჯერ მანამდე, სანამ აღმონაცენები მიაღწევდა 8-10 სმ სიგრძეს.

8 კვირის შემდეგ, ტუბერებს ვიღებდით ყუთებიდან, ვრეცხავდით წყლით კომპოსტის მოსაცილებლად. წარმოქმნილ კიბოს კორძებს ვიყენებდით გლინ-ლიმერზალის ცდის დროს.



სურათი 8. (ა) გლინ-ლიმერზალის ცდა და (ბ) სპიკერმანის მეთოდის მიხედვით მომზადებული კომპოსტი

ცხრილი 12. სპიკერმანის სკალა

რეაქციის კატეგორიები და ტიპები	რეაქციის აღწერა
ტიპი „0“	არაა რეაქცია

ტიპი „-“: ადრეული თავდაცვითი ნეკროზი	მკვდარი ეპიდერმული უჯრედების დაშლილი მუქი ყავისფერი ქერქლები, ხშირად ზოლებად, სიგრძივადაა გავრცელებული აღმონაცენზე. სპორანგიუმი არ გვხვდება. სოკოს შეღწევა არ ვლინდება;
ტიპი „P“: გვიანი თავდაცვითი ნეკროზი	ნეკროზული უბნები დიდია, მოიცავს გაბნეულ, მოუმწიფებელ ან მუქ-ყავისფერ ნეკროზულ სპორანგიუმებს;
ტიპი „F“: ძალიან გვიანი თავდაცვითი ნეკროზი	ერთადერთი მომწიფებული სორუსი სპორანგიუმით, რომელიც მთლიანად გარემოცულია ნეკროზით. თავდაცვის რეაქცია დომინირებს, მაგრამ სორუსის მომწიფება უფრო სწრაფად მიმდინარეობს; 5-ზე მეტი არანეკროზირებული მომწიფებული სორუსი სპორანგიუმით, იგივე ტუბერის სხვა ადგილებში ნეკროზი არაა;
ტიპი „R“: სუსტად მიმღები	ინფექცია მიმოფანტულია, მიმოფანტული ნეკროზი ტუბერის სხვადასხვა ნაწილში; აღმონაცენი შეიძლება იყოს ოდნავ დეფორმირებული (გასქელებული)
მიმღები - კიბოს ტიპებით: I, II, III, IV, V, და X	არა ნეკროზული ინფექციური ადგილები. ხშირი ინფექციის ადგილები არსებობს აღმონაცენზე და სიმსივნეზე. აღმონაცენის წარმოქმნა შეჩერებულია. ზომის მიხედვით, კიბო კლასიფიცირებულია: <ul style="list-style-type: none"> - I (2-3 მმ დიამეტრის) - II (4-5 მმ), - III (6-7 მმ), - IV (8-10 მმ), - V (11-15 მმ) - X (16-20 მმ და უფრო დიდი)

2.4.4. ქოთნის ცდები

პათოტიპების იდენტიფიცირების მიზნით ქოთნის ცდები განვახორციელებთ სოფელ დიდაჭარის, სოფელ სკვანის, უჩხოს, ძირკვამეების და უშგულის ნიადაგის ნიმუშების გამოყენებით EPPO-ს სტანდარტული პროტოკოლის მიხედვით (OEPP/EPPO, 2004; OEPP/EPPO, 2017).

ინფიცირებული მინდვრებიდან შეგროვილი ნიადაგის ნიმუშები მოვათავსეთ 5 ლიტრიან ქოთნებში. თითოეულ ქოთანში დავრგეთ კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორის 2-3 ტუბერი სამჯერადი განმეორებით. ქოთნები მოვათავსეთ

სათბურში შესაბამისი ტემპერატურის (18-20⁰ C) და ტენიანობის (70-85%) პირობებში. 100 დღის შემდეგ, ტუბერების ფორმირებისას მცენარეები ამოვიღეთ ქოთნებიდან და შევამოწმეთ კიბოს არსებობაზე (სურ. 10). კიბოს ფორმირებისას კარტოფილის ჯიში შევაფასეთ როგორც დაავადებისადმი მიმღები (S), ხოლო კიბოს არწარმოქმნის შემთხვევაში, კარტოფილის ჯიში შევაფასეთ როგორც დაავადებისადმი გამძლე (R) სპიკერმანის სკალის მიხედვით.



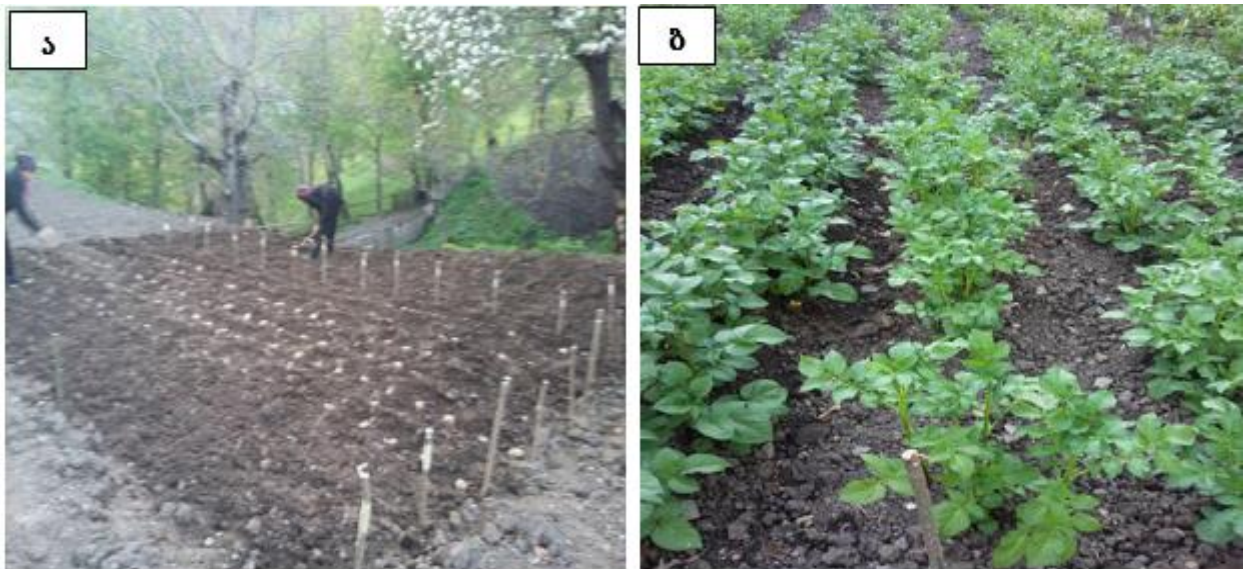
სურათი 9. ქოთნის ცდები

2.4.5. მინდვრის ცდა

პათოტიპების იდენტიფიკაციის მიზნით მინდვრის ცდები განხორციელდა ხულოს რაიონის სოფელ სკვანაში კერძო ნაკვეთზე (N41*32.875, E042*29.098) ზღვის დონიდან 1291 მ სიმაღლეზე 2017 წელს და 2018 წელს - სოფელ უჩხოში, კერძო ნაკვეთზე (N41.40.969, E042.18513) ზღვის დონიდან 1083 მ სიმაღლეზე.

კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორების დარგვამდე, ნიადაგის ნიმუშები შევაროვეთ ინფიცირებული მინდვრებიდან და შევამოწმეთ მიკროსკოპით *S. endobioticum* -ის მსვენებარე სპორანგიუმების არსებობაზე. ასევე განვსაზღვრეთ სპორანგიუმების რაოდენობა 1 გ. ნიადაგში. მინდორში დავრგეთ თითოეული ჯიშ-

დიფერენციატორის (Deodara, Delcora, Producent, Talent, Saphir, Gawin და Belita) 10-30 ტუბერი 70 X 30 სმ დაშორებით. სავეგეტაციო პერიოდის ბოლოს, მოსავალი ავიღეთ და შევაფასეთ კიბოს განვითარება. კიბოს ფორმირებისას კარტოფილის ჯიში შევაფასეთ როგორც დაავადებისადმი მიმღები (S), ხოლო კიბოს არწარმოქმნის შემთხვევაში, კარტოფილის ჯიში შევაფასეთ როგორც დაავადებისადმი გამძლე (R) (სურ. 10.). EPPO-ს პროტოკოლის (2004) თანახმად თუ კიბოს ერთი წარმონაქმნი მაინც არის განვითარებული, ჯიში ითვლება დაავადების მიმართ მიმღებად.



სურათი 10. ა.მინდვრის ცდის მოწყობა; ბ. ვეგეტაციის პერიოდი

2.5. კარტოფილის ინტროდუცირებული ჯიშების შეფასება ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე

კარტოფილის ინტროდუცირებული ჯიშების შეფასებისათვის ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე გამოყენებული იყო მინდვრისა და ქოთნის ცდები, რომლებიც დეტალურადაა აღწერილი ზემოთ.

ქოთნის ცდა განხორციელდა სოფელ დიდაჭარის, სკვანის, უჩხოსა, ძირკვაძეების და უშგულის ნიადაგის ნიმუშების გამოყენებით EPPO-ს სტანდარტული პროტოკოლის მიხედვით (OEPP/EPPO, 2017)

ინფიცირებული მინდვრებიდან შეგროვებული ნიადაგის ნიმუშები მოვათავსეთ 5 ლიტრიან პლასტმასის ქოთნებში. თითოეულ ქოთანში დავრგეთ კარტოფილის 2-3 ტუბერი სამჯერადი განმეორებით. ქოთნები მოვათავსეთ სათბურში შესაბამისი

ტემპერატურის (18-20⁰ C) და ტენიანობის (70-85%) პირობებში. 106 დღის შემდეგ, ტუბერების ფორმირებისას მცენარეები ამოვიღეთ ქოთნებიდან და შევამოწმეთ კიბოს არსებობაზე. ჯიშებზე კიბოს განვითარება შევაფასეთ დაავადების განვითარების ინტენსივობის შეფასებისა და სპიკერმანის სკალების გამოყენებით (ცხრ. 10, 12).

2016 წლის მარტის თვეში ს. დიდაჭარის ნიადაგში (ქოთანში) დავრგეთ კარტოფილის 35 ინტროდუცირებული ჯიში (მარფონა, სილვანა, მარაბელი, ეუროპრიმა, ბერნადეტე, ფიგარო, აგრია, არტემისი, სკარბ, ესტელა, ალვარა, ომეგა, გლორიეტა, პანამერა, ნანდინა, ჯელი, სანტე, სპუნტა, პეკარო, სატურნა, ბრიზ, ულადარ, იმპალა, ლაურა, არნოვა, სოფია, ანალენა, არიზონა, ფაბულა, კარუსო, ფინკა, არინდა, მილვა, ჯავახეთური, მესხური წითელი, პროვენტო). ჯიში მარფონა გამოყენებული იქნა როგორც კონტროლი. მოსავალი ავიღეთ ივნისის ბოლოს და შევამოწმეთ კიბოს არსებობაზე.

2018-2019 წლის თებერვლის ბოლოს სოფელ სკვანასა და უჩხოში აღებულ ნიადაგში დავრგეთ კარტოფილის ჯიშები და მოსავალი ავიღეთ ივნის - ივლისში. სოფელ სკვანაში აღებულ ნიადაგში დავრგეთ 17 ჯიში: მარფონა, სილვანა, მარაბელი, ეუროპრიმა, აგრია, არტემისი, ომეგა, კარდინია, კატანეა, ლეანდრა, არნოვა, სოფია, არიზონა, ფაბულა, არინდა, მესხური წითელი, პროვენტო.

სოფელ უჩხოს ნიადაგში დავრგეთ 15 ჯიში: სილვანა, მარაბელი, აგრია, არტემისი, ომეგა, კარდინია, კატანეა, ლეანდრა, სპუნტა, არნოვა, არიზონა, ფაბულა, არინდა, პროვენტო და მესხური წითელი. ჯიში- დეოდარა გამოყენებული იქნა როგორც კონტროლი.

მინდვრის ცდა. 2017-2018 წლებში მინდვრის ცდები განხორციელდა ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფელ უჩხოსა და სკვანაში, იმ ინფიცირებულ ნაკვეთებზე, სადაც გამოცდილი იქნა ჯიშ-დიფერენციატორები.

თითოეული გამოსაცდელი ჯიშის 10-20 ტუბერები დავრგეთ მინდორში 70 X 30 სმ დაშორებით. დარგული ტუბერების რაოდენობა დამოკიდებული იყო სათესლე კარტოფილის ხელმისაწვდომ რაოდენობაზე. სავეგეტაციო პერიოდის ბოლოს, მოსავლის აღების შემდეგ, კიბოს განვითარებას ვაფასებდით ღეროს ფუძეზე, სტოლონებზე და ტუბერებზე. თუკი ადგილი ჰქონდა თუნდაც ერთი კიბოს კორძის განვითარებას, ჯიში ფასდება როგორც მიმღები (S) დაავადების მიმართ, თუკი

ინფექციის განვითარება არ ხდებოდა ან მცირე პროლიფერაციას ჰქონდა ადგილი, ჯიში ფასდება როგორც გამძლე (R). დაავადების განვითარების ინტენსივობა თითოეული მცენარისათვის შევაფასეთ ინდივიდუალურად კიბოს ზომისა და რაოდენობის მიხედვით EPPO-ს დიაგნოსტიკური პროტოკოლის სკალის მიხედვით (ცხრ. 10).

2017 წელს, მაისის დასაწყისში, სოფელ სკვანაში, კერძო პირის ნაკვეთზე დავრგეთ კარტოფილის ჯიშები: მარფონა, მარაბელი, ბრიზი, ლილეა, ულადარი, აგრია, იმპალა, ლაურა, სატურნა, სილვანა, გლორიეტა, მესხური, ჯავახეთური, სკრაბი, ესტელა, პროვენტო, ალვარა და მოსავალი ავიღეთ სექტემბრის ბოლოს.

2018 წელს მინდვრის ცდა მოვაწყვეთ სოფელ უჩხოში, კერძო პირის ნაკვეთზე, სადაც გამოცდილი იქნა კარტოფილის ჯიშები: პეკარო, სპუნტა, რედ ფანტასი, ელ მუნდო, ლეანდრა, ანდრეა, კატანია, ჯელი, ფლორენტე, კარლიტა, კაპტივა, კარდინია, კორონადა, ნანდინა, პანამერა, მაგდა, არტემის, ფიგარო, ბერნადეტე, ეუროპრიმა, მარფონა, მარაბელ, ლილეა, აგრია, სატურნა, სილვანა, გლორიეტა, ჯავახეთური, მესხური, სკრაბი, ბრიზი, ულადარი, ესტრელა, პროვენტო და ალვარა. ჯიშები დავრგეთ მაისის დასაწყისში და მოსავალი ავიღეთ ივლისის ბოლოს.

მინდვრად, მცენარის ვეგეტაციის განმავლობაში, დაავადების მიმართ ჯიშების რეაქციის შეფასების დროს დაავადების განვითარების ოპტიმალური პირობების შესაფასებლად აღრიცხული იქნა აგრომეტეოროლოგიური მონაცემები (ცხრ. 13, 14), ასევე გათვალისწინებული იქნა მცენარის დარგვის დრო, სათესლე მასალის ზომა და მისი ფიტოსანიტარული მდგომარეობა, ნიადაგში სპორანგიუმების რაოდენობა.

ცხრილი 13. ხულოს მუნიციპალიტეტის აგრომეტეოროლოგიური მონაცემები, 2017

ჰერის საშუალო ტემპერატურა °C															
მაისი				ივნისი				ივლისი				აგვისტო			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა
16,31	13,23	10,4	10,8	15,55	18,94	15,36	14,66	21,29	20,48	18,21	22,02	22,20	23,23	26,13	21,93
ნალექების საშუალო რაოდენობა (მმ)															
მაისი				ივნისი				ივლისი				აგვისტო			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა
4	37,57	69,07	57,5	0	34,28	43,57	54,5	0	12,71	5,71	2,85	1,42	3,42	0	19,28

ცხრილი 14. ხულოს მუნიციპალიტეტის აგრომეტეოროლოგიური მონაცემები, 2018

ჰერის საშუალო ტემპერატურა °C															
მაისი				ივნისი				ივლისი				აგვისტო			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა
12,68	15,21	16,78	16,14	17,01	19,72	16,98	24,01	18,62	20,68	19,12	23,13	21,09	19,36	19,47	20,32
ნალექების საშუალო რაოდენობა (მმ)															
მაისი				ივნისი				ივლისი				აგვისტო			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა	კვირა
45	18,57	9	15,28	19,21	1,42	19,57	4,85	4,88	8,14	9,57	3,85	4,14	15,71	12,42	18,57

თავი 3. კვლევის შედეგები და განხილვა

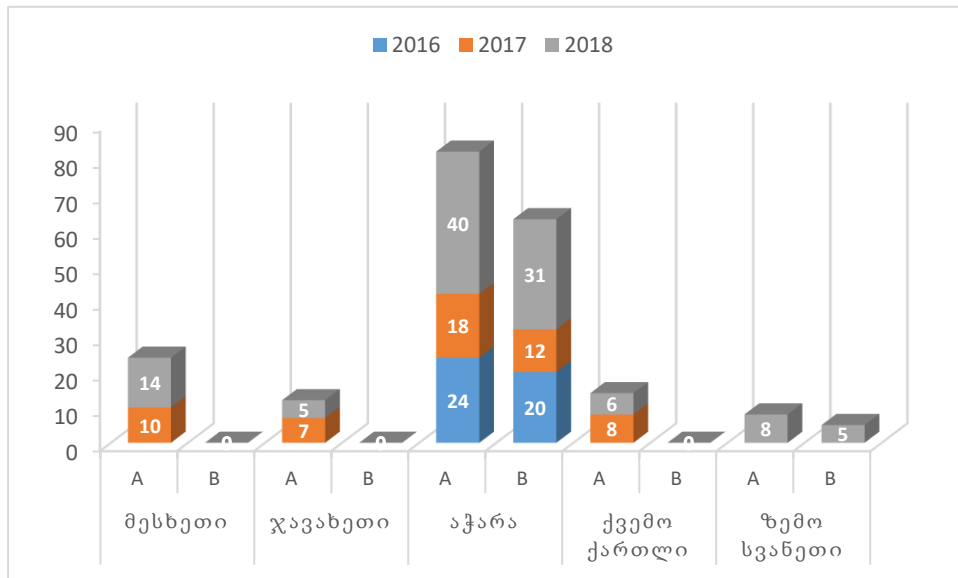
3.1. კარტოფილის კიბოს გავრცელება საქართველოში

კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალის შესწავლის მიზნით, ჩვენს მიერ 2016-2018 წლებში სისტემატიურად ტარდებოდა კარტოფილის ნათესი ფართობების გამოკვლევა ვეგეტაციისა და მოსავლის აღების პერიოდში, შენახული სასურსათე და სათესლე მასალის კვლევა საქართველოს 4 გეოგრაფიულ ზონაში: აჭარა (ხულო), სამცხე-ჯავახეთი (ახალციხე, ადიგენი, ახალქალაქი), ქვემო ქართლი (მარნეული) და სვანეთი (მესტია) (ცხრ. 15).

ცხრილი 15. კარტოფილის ნათესი ფართობების GPS კოორდინატები და გეოგრაფიული ზონების ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები

ზონა	რაიონი	სიმაღლე ზღვის დონიდან	საშ. წლიური ტემპერატურა	საშ. წლიური ნალექები
აჭარა	ხულო	800-1440 მ	10-14 °C	1000 - 1200 მმ
სამცხე-ჯავახეთი	ახალციხე	895-1020 მ	2,6-6.8 °C	520-600 მმ
	ახალქალაქი	1682-1734 მ	4-6 °C	500-750 მმ
	ადიგენი	1200 მ	6,4-8,0°C	594-688 მმ
ქვემო ქართლი	მარნეული	400-432 მ	12 °C	500 მმ
სვანეთი	მესტია	1340-2100 მ	5.7 °C	1035 მმ

2016-2018 წლებში სულ 136 მინდორი იქნა გამოკვლეული საქართველოს ოთხ გეოგრაფიულ ზონაში (აჭარა, სამცხე-ჯავახეთი, ქვემო ქართლი, სვანეთი). მათ შორის, 82, 20, 12, 14 და 8 მინდორი, შესაბამისად, გამოკვლეული იქნა ხულოში, ახალციხეში, ახალქალაქში, მარნეულსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში. გამოკვლეული მინდვრები განლაგებული იყო ზღვის დონიდან 400-2100 მ სიმაღლეზე. 64 და 5 მინდორი იყო ინფიცირებული, შესაბამისად, ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში. აქედან გამომდინარე, დაავადების გავრცელების ინტენსივობა ხულოში იყო 78% და მესტიაში - 62.5% (დიაგრამა 2). დაავადების გავრცელებისა და განვითარების ინტენსივობა ცალკეულ მუნიციპალიტეტში განსხვავდებოდა გამოკვლეული მინდვრების მიხედვით. სულ 74 მცენარეული ნიმუში იქნა შეგროვილი.



დიაგრამა 2. კიბოთი ინფიცირებული მინდვრების რაოდენობა რეგიონების მიხედვით: A- არის გამოკვლეული ნაკვეთების რიცხვი, B - ინფიცირებული ნაკვეთების რიცხვი

ახალციხის, ადიგენის, ახალქალაქის და მარნეულის რაიონში არსებული ნაკვეთების დათვალიერების გარდა, დამატებით გამოკითხული იქნა ცალკეული ფერმერები და გამგეობებში შესაბამისი სამსახურები. აღნიშნულ მუნიციპალიტეტებში კარტოფილის კიბო არ იყო გამოვლენილი.

გამოთვლილი იქნა ცალკეულ წლებში გამოკვლეულ ნაკვეთებზე კარტოფილის კიბოს გავრცელების ინტენსივობის საშუალო მაჩვენებელი და ცდომილება. 2016 წელს ხულოში დაავადების გავრცელების საშუალო მაჩვენებელი იყო 35.2 ± 12.0 , 2017 წელს - 24.4 ± 12.4 და 2018 წელს 48.0 ± 7.0 .

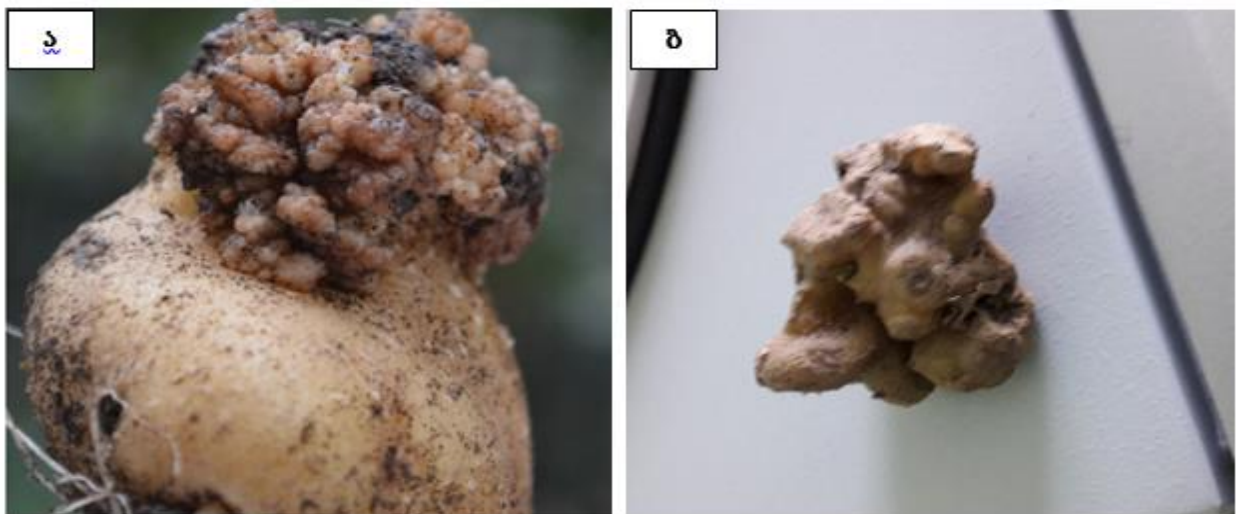
ხულოს რაიონში გამოკვლეული კარტოფილის ნაკვეთების და საცავების მიხედვით კარტოფილის კიბოს განვითარების ინტენსივობა მერყეობდა 1-9 კლასის ფარგლებში. უმეტესად გვხვდებოდა მცირე (2-4 კლასის) და საშუალო ზომის (მე -5 კლასის) კორძები. 2017-2018 წწ. ხულოში ჩატარებული მინდვრის ცდის მიხედვით საშუალოდ დაავადების ინდექსის იყო 53.8%.

2018 წლის 8-9 ოქტომბერს გამოკვლეული იქნა კარტოფილის ნაკვეთები მესტიის მუნიციპალიტეტის რამდენიმე სოფელში ლატალში და უშგულში მოსავლის აღების პერიოდში. გარეგნული სიმპტომების მიხედვით კარტოფილის ტუბერებზე დაავადება მაღალი ინტენსივობით აღინიშნა ს.უშგულში, ხოლო ს. ლატალში ტუბერებზე კიბო არ

3.2 პათოგენის იდენტიფიცირება

3.2.1. პათოგენის იდენტიფიცირება მცენარეულ ნიმუშებში კლასიკური მეთოდით

2017-2018 წლებში ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში ექსპედიციების გზით ჩატარებული კარტოფილის კიბოს მონიტორინგის შედეგად გამოვლენილი იქნა კიბოსმაგვარი წარმონაქმნები კარტოფილის ტუბერებზე, სტოლონებსა და ფესვის ყელზე. კარტოფილის ტუბერებზე წარმოქმნებოდა სხვადასხვა ფორმისა და ზომის პროლიფერაციული გამონაზარდები (კორძები), რომლებიც თავდაპირველად მოთეთრო შეფერილობის იყო, შემდეგ თანდათანობით შავდებოდა, საბოლოოდ ლპებოდა და იშლებოდა. ასევე, ღეროს ფუძეზე წარმოქმნილი კორძები მომწვანე შეფერილობის იყო. კიბოს კორძები ძირითადად ორგვარი ფორმის იყო: გოფირებული (სურ.11-ბ) და ყვავილოვანი კომბოსტოს მსგავსი (სურ.11-ა) დაავადების სიმპტომები არ აღნიშნულა ფესვებზე და ფოთლებზე.

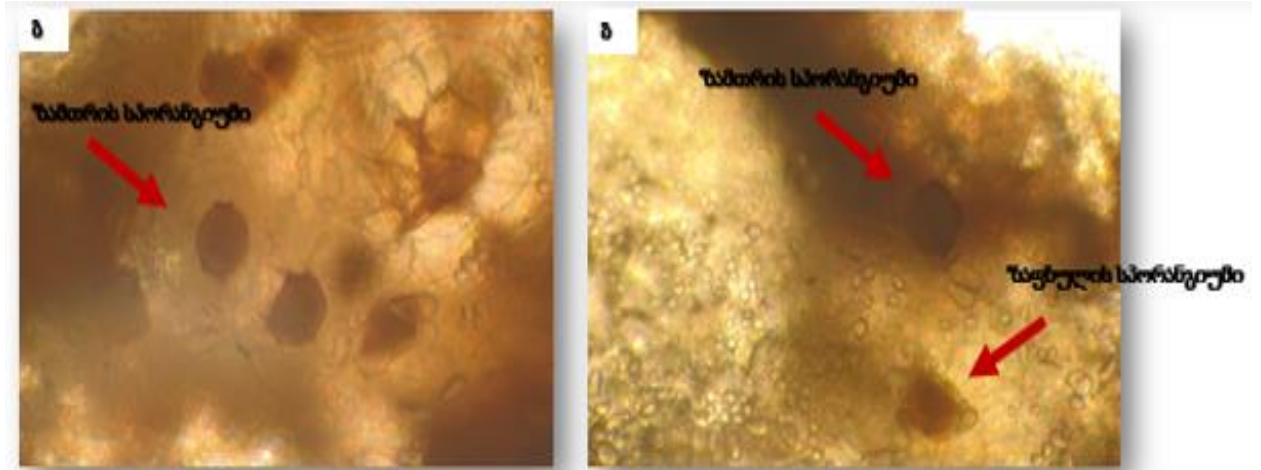


სურათი 11. კარტოფილის კიბოს კორძის ტიპები: ა-ყვავილოვანი კომბოსტოს მსგავსი და ბ- გოფირებული

ხულოსა და მესტიის რაიონში შეგროვებული დაავადებული მცენარეული ნიმუშების უმრავლესობაში კიბოს არსებობა დადგენილი იქნა მიკროსკოპული ანალიზის გზით პათოგენი *Synchytrium endobioticum* -ს ზაფხულის და ზამთრის სპორანგიუმების მიხედვით.

მიკროსკოპული ანალიზისას ნათლად განირჩეოდა მცენარის ვეგეტაციის დროს ინფიცირებულ ტუბერებზე განვითარებულ ახალგაზრდა კიბოს კორძებში

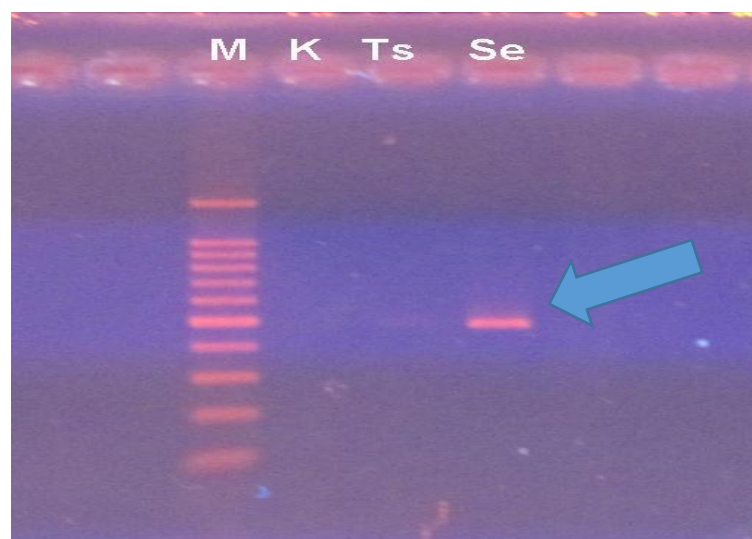
წარმოქმნილი თხელკედლიანი და გამჭვირვალე ზაფხულის სპორანგიუმები და ოქროსფერ–ყავისფერი, ოვალური ფორმის, სქელკედლიანი ზამთრის სპორანგიუმები, ზამთრის სპორანგიუმები წარმოიქმნება ვეგეტაციისა და კორძების გახრწნის დროს (სურ.12).



სურათი 12. ზამთრის და ზაფხულის სპორანგიუმები მცენარეულ ნიმუშებში

3.2.2 კიბოს გამომწვევის იდენტიფიკაცია მოლეკულური ბიოლოგიით მეთოდით

ზოგიერთი საექვო ნიმუშში კიბოს გამომწვევის იდენტიფიცირება ჩავატარეთ მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდის -სპეციფიური პჯრ-ის საშუალებით F49 და R502 სპეციფიური წყვილი პრაიმერის გამოყენებით. ცდის შედეგად საკვლევ ნიმუშებში მივიღეთ *Synchytrium endobioticum* -ის რეფერენტული შტამის დნმ-ის შესაბამისი 472 bp ბენდის ზომის სადიაგნოსტიკო ფრაგმენტი (სურ. 13).



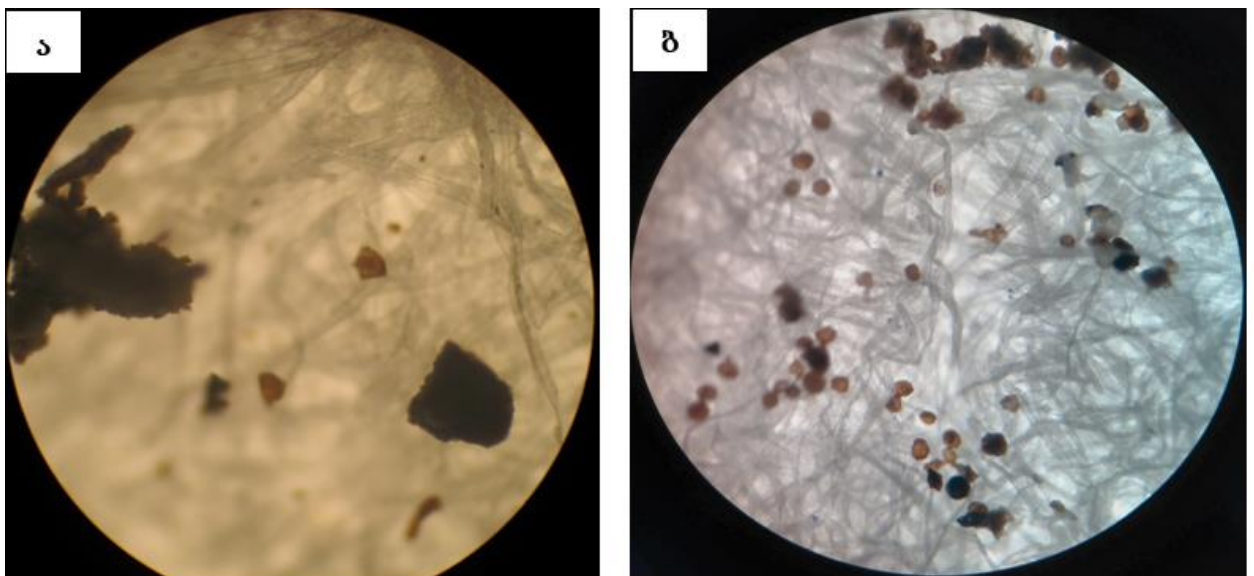
სურათი 13. *Synchytrium endobioticum*-ის იდენტიფიცირება პჯრ-ით

3.2.3. პათოგენის გამოყოფა და იდენტიფიკაცია ნიადაგის ნიმუშებში

ნიადაგში პათოგენის გამოყოფისა და იდენტიფიცირების მიზნით 2016-2018 წლებში ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში შეგროვებული იქნა ნიადაგის ნიმუშები.

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დოქტორანტურის გრანტის (PhD_F_17_54) კვლევითი ვიზიტის ფარგლებში ცდის ნაწილი განხორციელდა უკრაინის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის მცენარეთა კარანტინის სამეცნიერო-კვლევით სადგურში უკრაინელი მეცნიერების მიერ შემუშავებული მეთოდის საშუალებით. თუმცა, ნიადაგის ნიმუშებში ორგანული ნივთიერებების მაღალი შემცველობის გამო, ნიმუშების მხოლოდ მცირე ნაწილში იქნა შესაძლებელი პათოგენის გამოვლენა.

კვლევა გაგრძელდა ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის გამძლეობის გენეტიკის განყოფილების ლაბორატორიაში და ნიადაგის ნიმუშებიდან პათოგენის გამოყოფა და იდენტიფიცირება განხორციელდა EPPO-ს დიაგნოსტიკური პროტოკოლის (PM 7/28 (2) შესაბამისად. პროტოკოლის მიერ შემოთავაზებული ნივთიერება კაოლინი ეფექტური აღმოჩნდა ორგანული ნივთიერებების დასაშლელად. კაოლინის გამოყენებისას ძალიან ადვილი გახდა ზამთრის სპორანგიუმების ნიადაგის ნაწილაკებისგან გამორჩევა მიკროსკოპში (სურ. 14).



სურათი 14. ნატრიუმ იოდიდის მოქმედებით; ბ. კაოლინის მოქმედებით გამოყოფილი სპორანგიუმები ნიადაგის ნიმუშებში

ნიადაგში არსებული პათოგენის ზამთრის სპორანგიუმები იგივე მორფოლოგიური ნიშნებით ხასიათდებოდა: მომრგვალო ოვალური ფორმის, ზომით 25–75 μm დიამეტრის, სქელკედლიანი, უსეპტო, ოქროსფერ- მოყავისფერო შეფერილობის.

3.3. ნიადაგის ინფიცირების ხარისხის განსაზღვრა

ნიადაგის ინფიცირების ხარისხის დადგენის მიზნით ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტების სხვადასხვა სოფელში კარტოფილის კერძო ნაკვეთებიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშების გამოკვლევის შედეგად კიბოს გამომწვევი პათოგენის არსებობა დაფიქსირდა ხულოს მუნიციპალიტეტის 24 და მესტიის მუნიციპალიტეტის 2 სოფელში (ცხრ. 16).

ცხრილი 16. კარტოფილის კიბოს ზამთრის ზოოსპორანგიებით ნიადაგის ინფიცირების ხარისხი ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში

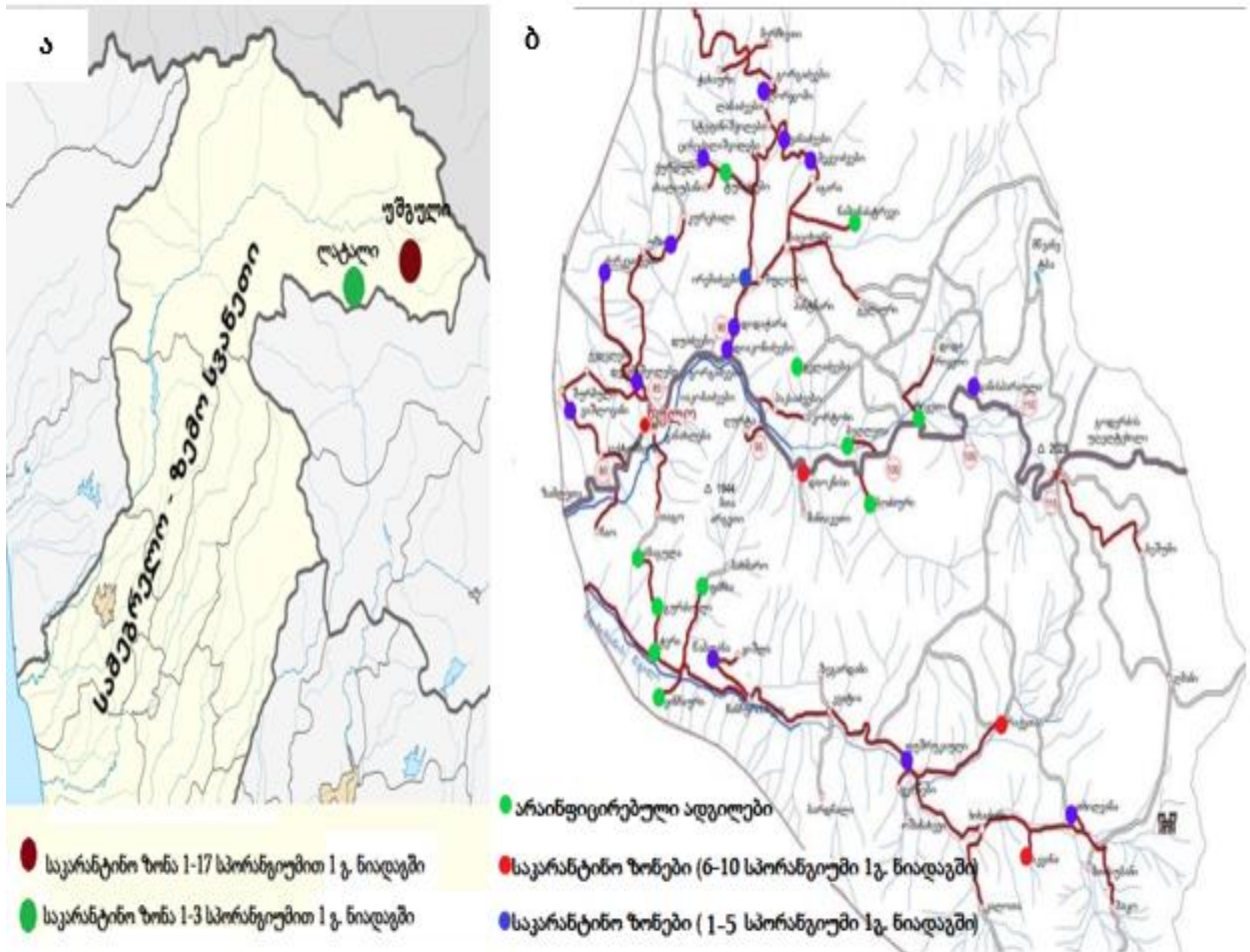
N	სოფლები (კერძო ნაკვეთები)	სპორების საშუალო რაოდენობა 1გრ ნიადაგში
	ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფლები	
1	ალმე (ვაშლოვანი)	2.7 ± 0,46
2	დიდაჭარა	1.7 ± 0,93
3	ტაბახმელა	3.3 ± 1,56
4	ღორჯომი	2.3 ± 0,93
5	თხილვანა	1.7 ± 0,47
6	დაისპარაული	2.7 ± 0,46
7	დიაკოიძეები	3.3 ± 1,56
8	მთისწინა	1.7 ± 0,47
9	ვანაძეები	1.0 ± 2.0
10	დეკანაშვილები	1.7 ± 0,47
11	ქურდული	0.7 ± 0,27
12	ჯოიძეები	2.3 ± 1,27
13	კოჩალიძეები	3.0 ± 0,44
14	მეკვიძეები	1.7 ± 0,47
15	მინთაძეები	0.7 ± 0,27
16	წაბლანა	1.0 ± 2.0
17	ფურშუკაული	1.0 ± 2.0
18	სკვანა	7.0 ± 0,81
19	დიოკნისი	5.3 ± 2,05
20	რაქვთა	5.0 ± 0,43
21	უჩხო	4.3 ± 1,01
22	ძირკვაძეები	4.3 ± 1,01
23	ოქრუაშვილები	2.3 ± 1,27

24	ირემადეები	4.7 ± 0,47
25	გელადეები	0
26	გორგადეები	0
27	გურძაული	0
28	ელელიძეები	0
29	ვაშაყმაძეები	0
30	ბოძაური	0
31	მეზალაშვილები	0
32	ნამონასტრევი	0
33	რიყეთი	0
34	ტუნაძეები	0
35	ფაჩხა	0
36	ყინჩაური	0
37	შუა სოფელი	0
38	ძმაგულა	0
39	ჭერი	0
40	ბელლეთი	0
მესტიის მუნიციპალიტეტის სოფლები		
1	უშგული	14.7 ± 2,05
2	ლატალი	1.7 ± 0,47

ნიადაგის ინფიცირების ხარისხი განსხვავებული იყო გამოკვლეული ნაკვეთებზე აღებული ნიმუშების მიხედვით. 1 გრამ ნიადაგში პათოგენის სპორანგიუმის 1-დან 5-მდე რაოდენობა იქნა გამოვლენილი ხულოს მუნიციპალიტეტის შემდეგ სოფლებში: დიდაჭარა (2 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), მთისწინა (3 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ვანაძეები (1 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ალმე (ვაშლოვანი) (3 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), დეკანაშვილები (2 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ქუდული (1 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ჯოძიძეები (3 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), კოჩალიძეები (4 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), მეკვიძეები (2 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), დიაკონიძეები (4 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), მინთაძეები (1 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), წაბლანა (1 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), უჩხო (5 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ძირკვაძეები (5 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ოქრუაშვილები (3 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ფურშუკაული (1 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), დაისპარაული (3 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ღორჯომი (2 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ირემადეები (5 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ტაბახმელა (3 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), თხილვანა (4 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ასევე მესტიის მუნიციპალიტეტის სოფელ ლატალში (2 სპორანგიუმი 1 გ ნიადაგში). 1 გრამ ნიადაგში

პათოგენის სპორანგიუმის 5-10 რაოდენობა იქნა გამოვლენილი ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფლებში: სკვანა (8 სპორანგიუმი 1 გ ნიადაგში), დიოკნისი (8 სპორანგიუმი 1 გ ნიადაგში), რაქეთა (6 სპორანგიუმი 1 გ ნიადაგში), ასევე მესტიის მუნიციპალიტეტის სოფელ უშგულში - 17 სპორა 1 გ. ნიადაგში. როგორც ცხრ. 16 გვიჩვენებს, გამოთვლილი იქნა ცალკეული ნიმუშის მიხედვით გამოვლენილი სპორანგიუმების საშუალო რიცხვი 1გ. ნიადაგში (რუკა 2).

პათოგენი არ გამოვლინდა ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფლების: ბელეთის, ბოძაურის, გელაძეების, გორგაძეების, გურძაულას, ელელიძეების, ვაშაყმაძეების, მეძალაშვილების, ნამონასტრევის, რიყეთის, ტუნაძეების, ფაჩხას, ყინჩაურის, შუა სოფელის, ძმაგულსა და ჭერის ნიადაგის ნიმუშების ანალიზის დროს (ცხრ. 16, რუკა 2).



რუკა 2. კიბოს გავრცელების ინტენსიობა ა- მესტიისა და ბ.- ხულოს მუნიციპალიტეტებში

ამრიგად, კვლევის შედეგად, ნიადაგის ინფიცირების ყველაზე მაღალი ხარისხი (14.7 ± 2.05) დაფიქსირდა მესტიის რაიონის სოფელ უშგულში და ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფელ სკვანაში (7 ± 0.81 , დიოკნისსა (5.3 ± 2.05 და რაქვთაში (5.0 ± 0.43).

EPPO პროტოკოლის (PM 3/59 (3) (OEPP/EPPO, 2017) და საქართველოს მთავრობის დადგენილება №305 მიხედვით (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, 2015) ის ტერიტორია, სადაც ერთ მცენარეზე მაინც გამოვლინდა დაავადების ნიშნები ან ნიადაგში აღმოჩნდა პათოგენის, სულ მცირე - ერთი სიცოცხლისუნარიანი სპორანგიუმი, ცხადდება საკარანტინო ზონად და ხდება მისი დემარკაცია. აქედან გამომდინარე, წარმოდგენილი კვლევის შედეგების საფუძველზე დადგენილი იქნა რა საკარანტინო და ბუფერული ზონები უნდა მოხდეს ხულოს მუნიციპალიტეტის 24 სოფლის და მესტიის მუნიციპალიტეტის 2 სოფლის კერძო ნაკვეთების დემარკაცია და საკარანტინო ზონად გამოცხადება, სადაც უნდა აიკრძალოს ინფიცირების ბოლო გამოვლენიდან მინიმუმ 20 წლის განმავლობაში კარტოფილის მოყვანა. გარდა ამისა, EPPO პროტოკოლის (PM 3/59 (3) მიხედვით (OEPP/EPPO, 2017), საკარანტინო ზონაში შესაძლებელია აკრძალვის ნაწილობრივ მოხსნა 10 წლის შემდეგ თუ პირდაპირი მიკროსკოპიის შედეგად, ერთ გრამ ნიადაგში გამოვლინდა 5-ზე ნაკლები სპორანგიუმი, ხოლო ბიოტესტის შედეგები უარყოფითია. აკრძალვების ნაწილობრივი მოხსნის შემდეგ, შესაბამის ტერიტორიაზე დასაშვებია მხოლოდ კარტოფილის კიბოსადმი გამძლე ჯიშების მოყვანა.

ხულოს მუნიციპალიტეტის კერძო ნაკვეთებში, სადაც პათოგენი არ გამოვლინდა, უნდა დაირგოს კარტოფილის როგორც გამძლე, ასევე მიმღები ჯიშები.

3.4. *S. Endobioticum*-ის პათოტიპების იდენტიფიცირება

კარტოფილის კიბოს პათოტიპების იდენტიფიცირების მიზნით კვლევები ჩავატარეთ ლაბორატორიაში, სათბურსა და მინდორში საერთაშორისო სტანდარტული მეთოდების: ე.წ. ბიოტესტის, ქოთნისა და მინდვრის ცდების გამოყენებით. აღნიშნული მეთოდების საშუალებით შესწავლილი იქნა *S.*

Endobioticum-ის პოპულაცია, რომელიც გავრცელებულია ხულოს რაიონის სოფლებში: დიდაჭარა, სკვანა, უჩხო, ძირკვაძეები და მესტიის სოფელ უშგულში.

3.4.1. სოფელ დიდაჭარაში გავრცელებული *S. Endobioticum*-ის პოპულაციის ანალიზი
სოფელ დიდაჭარაში გავრცელებული *S. Endobioticum*-ის ნიმუშები (კარტოფილის ტუბერები) შეგროვებული იყო 2013 წელს და ნიმუშს მიენიჭა ინსტიტუტის კულტურათა კოლექციის კოდი pw13. 2014-2015 წლებში კარტოფილის ტუბერების ზამთრის სპორანგიუმების გადამრავლების შედეგად მომზადდა ე.წ. კომპოსტი - ზამთრის სპორანგიუმების ინოკულუმი, რომელიც გამოყენებული იქნა სპიკერმანის მეთოდით *S. Endobioticum*-ის პათოტიპის იდენტიფიცირებისათვის.

2016 -2017 წლებში ჩატარებულ ცდებში გამოყენებული იქნა შემდეგი ჯიშ-დიფერენციატორები: გავინ (Gawin), დეოდარა (Deodara), პროდუცენტ (Producent), დელკორა (Delcora), ბელიტა (Belita), ტალენტ (Talent), საფირ (Saphir). ხელოვნურად ინოკულირებული საცდელი ტუბერების 8 კვირის განმავლობაში ინკუბაციის შემდეგ, სტერეომიკროსკოპში შევაფასეთ დიფერენციატორთა რეაქცია პათოგენისადმი სპიკერმანის სკალის მიხედვით.

როგორც ცხრილი 17 -დან ჩანს, სპიკერმანის ცდაში იზოლატ pw13 მიმართ ჯიშ -დიფერენციატორების რეაქცია განსხვავებული იყო. ორივე წელს ჯიშ გავინის აღრიცხულ ყველა ტუბერზე (38 და 40 ტუბერი) აღნიშნული იქნა „0“ გამძლე რეაქცია. ასევე, გამძლე იყო ჯიშები დელკორა და ბელიტა, თუმცა 2017 წლის ცდაში ამ ჯიშების თითო ტუბერზე იყო „P“ ტიპის გამძლე რეაქცია, დანარჩენ ტუბერებზე - “0“ ტიპის რეაქცია. საბოლოოდ ეს ჯიშები შეფასდა როგორც გამძლე „R“.

კიბოსადმი მიმღები რეაქციები აღრიცხული იყო ოთხ ჯიშ-დიფერენციატორზე: დეოდარა, პროდუცენტ, ტალენტ და საფირ. კერძოდ, 2016-2017წწ ცდის მიხედვით ჯიშ დეოდარას 69 ტუბერიდან დაავადდა 50 ტუბერი, რომელზეც განვითარდა მიმღები რეაქციის სხვადასხვა ტიპის კორძები. მათ შორის, 7 ტუბერზე განვითარებული იყო „R“ ტიპის სუსტად მიმღები რეაქცია, 12-ზე - I ტიპის ანუ 2–3 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები, 15 ტუბერზე - II ტიპის (4–5 მმ დიამეტრის) კორძები, 10 ტუბერზე- III ტიპის (6–7 მმ დიამეტრის) კორძები და 6 ტუბერზე - IV ტიპის (8–10 მმ დიამეტრის) კორძები. გამძლე რეაქციის 19 ტუბერზე “P და 0“ ტიპის რეაქცია აღირიცხა. ცდის შედეგებიდან გამომდინარე, ჯიში დეოდარა შეფასდა, როგორც მიმღები - S;

ჯიში პროდუსენტის 77 ტუბერიდან დაავადდა 56 ტუბერი. მათგან, 11 ტუბერზე განვითარებული რეაქცია იყო R ტიპის, 18 ტუბერზე განვითარებული კორძები მიეკუთვნებოდა კიბოს I ტიპს (2–3 მმ დიამეტრის), 13 ტუბერზე განვითარებული კორძები - კიბოს II ტიპს (4–5 მმ დიამეტრის), 9 ტუბერზე განვითარებული კორძები - III ტიპს (6–7 მმ დიამეტრის) და 4 ტუბერზე განვითარებული კორძები - IV ტიპს (8–10 მმ დიამეტრის) და 2017 წლის ცდაში მხოლოდ ერთ ტუბერზე განვითარდა V ტიპის (11-15მმ დიამეტრის) კორძები ე.ი. ჯიში პროდუსენტი შეფასდა, როგორც მიმღები (S); მიუხედავად იმისა, რომ 21 ტუბერი იყო გამძლე და სუსტად გამძლე რეაქციის.

ჯიშ ტალენტის 52 ტუბერიდან დაავადდა 39 ტუბერი, რომლებზეც განვითარდა სხვადასხვა ტიპის მიმღები რეაქცია, კერძოდ, 5 ტუბერზე აღირიცხა R ტიპის სუსტად მიმღები რეაქცია, 9 ტუბერზე - I ტიპის რეაქცია (2–3 მმ დიამეტრის) კიბოს კორძებით, 12 ტუბერზე - კიბოს II (4–5 მმ დიამეტრის) ტიპის რეაქცია, 10 ტუბერზე - III (6–7 მმ დიამეტრის) ტიპის კორძები და 3 ტუბერზე განვითარდა IV ტიპს (8–10 მმ დიამეტრის) კორძები. სულ აღრიცხული ტუბერებიდან 10 ტუბერმა აჩვენა “0” ტიპის, 3 ტუბერმა “P” ტიპის სუსტად გამძლე რეაქცია. რადგან ჯიშმა ტალენტმა უმრავლეს შემთხვევაში აჩვენა მიმღები რეაქცია, იგი შეფასდა როგორც მიმღები (S).

ჯიში საფირის 57 ტუბერიდან 27 ტუბერი გამძლე იყო (“0” ტიპის), ხოლო 30 მიმღები რეაქციის ტუბერიდან 5 ტუბერი იყო სუსტად მიმღები (რეაქციის ტიპი „R”) და 25 ტუბერი - მიმღები, მათგან 5 ტუბერზე აღირიცხა კიბოს I ტიპი (2–3 მმ დიამეტრის), 7 ტუბერზე - კიბოს II ტიპი (4–5 მმ დიამეტრის) და 11 ტუბერზე - III ტიპი (6–7 მმ დიამეტრის) კორძები. ამგვარად, ჯიში საფირი შეფასდა, როგორც კიბოსადმი მიმღები (S).

როგორც ვხედავთ, საკონტროლო ჯიშ მარფონაზე მაღალი (73.3%) იყო ინფიცირების დონე ანუ 60 ტუბერიდან 46 დაავადდა. მასზე განვითარდა ყველა მიმღები რეაქციის ტიპის კორძები (3 ტუბერზე I ტიპის, 10 -ზე - II ტიპის, III და IV ტიპის - 9-9 ტუბერზე, V ტიპის კორძები 6 ტუბერზე, X ტიპის - 8 ტუბერზე). ასევე, ძალიან მაღალი იყო კიბოთი ინფიცირების ინტენსივობა ჯიშ ტალენტზე (76-74%), ჯიშ პროდუსენტზე (72.9%), ჯიშ დეოდორაზე (70.5%) და ჯიშ საფირზე (50-61.5%). მიმღებ ჯიშების - პროდუსენტისა და ტალენტის ტუბერებზე აღირიცხა სხვადასხვა

ზომის I-IV ტიპის კორპები, ხოლო I-III ტიპის პატარა ზომის კიბოს კორპები განვითარდა ჯიშზე საფირ.

ცხრილი 17. ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw13 მიმართ სპიკერმანის მეთოდის გამოყენებისას

დიფერენციატორი	აღრიცხული ტუბერების	დაავადებული ტუბერების	გამძლე				სუსტად მიმღები	მიმღები						რეაქცია		
			0	1	2	3		4	5							
				-	P	F			R	I	II	III	IV		V	X
გავინ	39	-	39													R
დეოდარა	34	24	10		1		4	6	7	5	1					S
პროდუსენტ	38	27	11				6	9	7	4	1					S
დელდორა	24		23		1											R
ბელიტა	21		20		1											R
ტალენტ	26	19	7		2		2	3	7	5						S
საფირ	28	13	15				2	3	5	3						S
მარფონა (დ.კ)	30	22	8		1		1		3	4	5	3	5			S

სოფელ დიდაჭარაში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს პათოტიპის დასადგენად კვლევები, აგრეთვე, განხორციელდა ჰოლანდიის მცენარეთა დაცვის ეროვნული ორგანიზაციის რეფერალური ცენტრის ლაბორატორიაში ჰოლანდიელ მეცნიერებთან თანამშრომლობით. კერძოდ, სოფელ დიდაჭარაში აღებული *S. Endobioticum*-ის ნიმუში (ინსტიტუტის კულტურათა კოლექციის კოდით pw13N) გავაგზავნეთ რა ჰოლანდიაში, მას მიანიჭეს საკუთარი, NRC-ს კოლექციის კოდი 4262673. 2014-2015 წლებში კიბოს მასალა კომპოსტირებული იქნა ჯიშ დეოდარას გამოყენებით EPPO-ს დიაგნოსტიკური პროტოკოლის შესაბამისად (OEPP/EPPO, 2017). მიღებული ინოკულუმი (სილის და სპორების ნარევი) გამოყენებული იქნა pw13N იზოლატის პათოტიპის იდენტიფიცირებისთვის სპიკერმანის (2017 წ) და გლინ-ლიმერხალის (2016-2017 წწ) მეთოდების გამოყენებით.

2016 წელს პათოტიპების იდენტიფიცირებისთვის გამოყენებული იქნა EPPO-ს 2017 წლის სადიაგნოსტიკო პროტოკოლში მოცემული ჯიშ დიფერენციატორები: დეოდარა, პროდუსენტ, საფირ, ტალენტ, გავინ და ბელიტა. დამატებით ნაკრებში ჩართული იქნა ჯიშ დელკორაც, რომელსაც ადრე ჰოლანდიაში იყენებდნენ ჯიშ-

დიფერენციატორად. მაგრამ, მას შემდეგ რაც, Euphresco SENDO-ს პროექტის ფარგლებში ჩატარებული ინტერლაბორატორიული კვლევების შედეგად ჯიში დელკორა დაწუნებული იქნა პათოტიპების იდენტიფიცირებისთვის, იგი 2017 წლის EPPO-ს დიაგნოსტიკურ პროტოკოლში (PM 7/28) მოცემული ნაკრებიდან ამოღებულია.

2017 წლის ექსპერიმენტში მხოლოდ ხუთი დიფერენციატორი იქნა გამოყენებული: დეოდარა, პროდუსენტ, საფირ, ტალენტ და ბელიტა. გლინ-ლიმერზალისა და სპიკერმანის ცდები განხორციელდა ორჯერადი განმეორებით.

სპიკერმანის მეთოდით ჩატარებული ცდების შედეგებიდან გამომდინარე (ცხრ. 18), ჯიშებზე დეოდარა, პროდუსენტ, საფირ და ტალენტ განვითარდა მიმღების რეაქციის კორძები. კერძოდ, ჯიშ დეოდარაზე (რომელიც ცდაში ჩართული იყო როგორც დადებითი კონტროლი) 18 ტუბერიდან 7 ტუბერზე განვითარდა მიმღების რეაქციის I, II და V ტიპის კორძები.

ჯიში საფირის 61 ტუბერიდან 16 ტუბერი გამძლე იყო: “-“ ტიპის, ადრეული ნეკროზი განვითარდა 2 ტუბერზე და „P” ტიპის სუსტად გამძლე რეაქცია აღირიცხა 14 ტუბერზე, ხოლო 45 მიმღები რეაქციის ტუბერიდან 13 ტუბერზე იყო I ტიპის, 2–3 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები და 32 ტუბერზე - V ტიპის 11–15 მმ დიამეტრის, დიდი ზომის კორძები., ჯიში საფირ შეფასდა, როგორც კიბოსადმი მიმღები(S).

ჯიშ პროდუსენტზე 55 ტუბერიდან 34 ტუბერზე განვითარდა მიმღები კატეგორიის კორძები. კერძოდ, 12 ტუბერზე წარმოიქმნა I ტიპის (2–3 მმ დიამეტრის) კორძები და 22 ტუბერზე - IV ტიპის (8–10 მმ დიამეტრის) კორძები. 18 ტუბერზე გამოვლინდა გამძლე და 3 ტუბერზე სუსტად გამძლე რეაქცია.

ჯიშ ტალენტზე აღრიცხული 59 ტუბერიდან დიდ უმრავლესობაზე (46 ტუბერზე) განვითარებული იყო სხვადასხვა ტიპის მიმღები რეაქცია. მათგან, I ტიპის, 2–3 მმ დიამეტრის კორძები განვითარდა 19 ტუბერზე, III ტიპის, 6–7 მმ დიამეტრის კორძები - 14 ტუბერზე და V ტიპის, 11-15მმ დიამეტრის კორძები - 13 ტუბერზე. 11 ტუბერზე აღრიცხული იყო ადრეული და გვიანი ნეკროზის ტიპის გამძლე რეაქცია, ხოლო 2 ტუბერი დაღპა.

ჯიშ-დიფერენციატორი ბელიტა ამ შემთხვევაშიც გამძლე იყო. კერძოდ, 55 აღრიცხული ტუბერიდან 39-ზე “0” ტიპის, ხოლო 16 ტუბერზე “P” ტიპის გამძლე რეაქცია გამოვლინდა

ცხრილი 18. იზოლატ pw13N რეაქცია ჯიშ-დიფერენციატორების მიმართ სპიკერმანის ცდის დროს (ნიდერლანდები, 2017)

დიფერენციატორები	ტუბერები	დამპალი ტუბერები	სხვადასხვა რეაქციის ტუბერების რაოდენობა									
			გამძლე რეაქცია (0 – F)				მიმღები რეაქცია (R – X)					
			0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V
ვარიანტი 1:												
საფირი	61			2	14				13			32
დეოდარა (დ.კ.)	9	3		5					1			
პროდუსენტი	55			3	18				12		22	
ვარიანტი 2:												
ბელიტა	55		39	16								
დეოდარა (დ.კ.)	9		3					2				4
ტალენტტი	59	2		6		5		19		14		13

იგივე ჯიშ-დიფერენციატორები-დეოდარა, საფირ, ტალენტ და პროდუსენტი მიმღები აღმოჩნდნენ ხულოს რაიონის სოფელ დიდაჭარაში გავრცელებული კიბოს პოპულაციისადმი პათოგენის ზაფხულის ზოოსპორანგიუმებით მათი ხელოვნურად ინფიცირებისას ანუ გლინ-ლიმერზალის მეთოდის გამოყენებისას. გლინ-ლიმერზალის ცდის შედეგების თანახმად ჯიშ დეოდარას 39 ტუბერიდან დიდი ზომის კიბოს კორძები განვითარდა 10 ტუბერზე, კერძოდ, 1 ტუბერზე განვითარდა III (6–7 მმ დიამეტრის) ტიპის კორძები, 2 ტუბერზე განვითარდა IV ტიპის (8–10 მმ დიამეტრის) კორძები, 1 ტუბერზე - V ტიპის (11-15 მმ დიამეტრის) კორძები და 6 ტუბერზე- X ტიპის, 16-20მმ დიამეტრის კორძები. მიუხედავად იმისა, რომ დეოდარას 29 ტუბერზე გამოვლინდა გამძლე და სუსტად გამძლე რეაქციები, დადებით კონტროლად აღნიშნულ ჯიშ დეოდარაზე (თუნდაც ტუბერების უმცირესობაზე) დიდი ზომის

კორძების წარმოქმნის გამო ცდა სარწმუნოდ ითვლება საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად (ცხრ. 19).

ცხრილი 19. ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw13N მიმართ გლინ-ლიმერზალის ცდის დროს (ნიდერლანდები)

ჯიშ- დიფერენ ციატორი	ტუბერების რიცხვი	დიფერენციატორების რეაქცია										
		გამძლე (0 - F)										
		მიმღები (R- X)										
		0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V	X
ცდა 1												
ვარიანტი 1:												
დეოდარა (დ.კ.)	10	6	3							1		
ბელიტა	17	12	2	3								
ტალენტ	16	4	6	2			1	1			1	1
ვარიანტი 2 :												
პროდუსენტ	15	8	3	1							2	1
საფირ	17	6	4			1					2	4
დეოდარა(დ.კ.)	9	4	2									3
ცდა 2												
ვარიანტი 1:												
დეოდარა (დ.კ.)	10	2	3	3					1			1
ბელიტა	16	8	7	1								
საფირ	16	4	6	1				1	2	1	1	
ვარიანტი 2:												
დეოდარა (დ.კ.)	10	5	1							1	1	2
ტალენტ	16	7	5	2				1				1
პროდუსენტ	16	9	3			1			2			1

ჯიშ პროდუსენტის 31 ტუბერიდან 2 ტუბერზე განვითარდა III ტიპის (6–7 მმ დიამეტრის) კიბოს კორძები, 2 ტუბერზე - V ტიპის (11-15მმ დიამეტრის) კორძები, კიდევ 2 ტუბერზე X ტიპის, 16-20მმ დიამეტრის კორძები და ერთ ტუბერზე რეაქცია იყო R ტიპის დანარჩენ 23 ტუბერზე აღრიცხული იქნა გამძლე და სუსტად გამძლე რეაქცია.

ჯიში ტალენტის 32 ტუბერიდან დაავადდა მხოლოდ 8 ტუბერი, რომლებზეც განვითარდა სხვადასხვა ტიპის მიმღები რეაქცია. კერძოდ, 1 ტუბერზე - I ტიპის

რეაქცია (2–3 მმ დიამეტრის) კიბოს კორძებით, 2 ტუბერზე- კიბოს II (4–5 მმ დიამეტრის) ტიპის რეაქცია, 1 ტუბერზე განვითარდა IV ტიპს (8–10 მმ დიამეტრის) კორძები, 2 ტუბერზე - V ტიპის რეაქცია 11-15მმ დიამეტრის კორძებით და 3 ტუბერზე - X ტიპის რეაქცია 16-20მმ დიამეტრის კორძებით. სულ აღრიცხული ტუბერებიდან 22 ტუბერმა აჩვენა “0“ და “P“ ტიპის გამძლე რეაქცია. რადგან ჯიშმა ტალენტმა უმრავლეს შემთხვევაში აჩვენა მიმღები რეაქცია, იგი შეფასდა როგორც მიმღები;

ჯიში საფირის 33 ტუბერიდან 21 ტუბერი გამძლე იყო (“0“ და „R“ ტიპის), ხოლო მიმღები რეაქციის მქონე 12 ტუბერიდან 1 ტუბერზე აღრიცხა - კიბოს II ტიპი (4–5 მმ დიამეტრის) რეაქცია, 2 ტუბერზე - III ტიპი (6–7 მმ დიამეტრის) რეაქცია, 1 ტუბერზე განვითარდა IV ტიპს (8–10 მმ დიამეტრის) კორძები, 3 ტუბერზე - V ტიპის რეაქცია 11-15მმ დიამეტრის კორძებით და 3 ტუბერზე - X ტიპის რეაქცია 16-20მმ დიამეტრის კორძებით. მხოლოდ 1 ტუბერზე იყო სუტად მიმღები- “P“ ტიპის რეაქცია. ამგვარად, ჯიში საფირ შეფასდა, როგორც კიბოსადმი მიმღები S; ჯიში ბელიტა მოცემულ ცდაშიც გამძლე იყო.

ამგვარად, საქართველოსა და ჰოლანდიაში ჩატარებული ლაბორატორიული ცდების შედეგად ხულოს რაიონის ს. დიდაჭარაში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს პოპულაცია მაღალვირულენტური აღმოჩნდა, რადგან მოცემული იზოლატისადმი 7 ჯიშ-დიფერენციატორიდან უმრავლესობა ანუ 4 დიფერენციატორი: დეოდარა, პროდუსენტ, საფირ და ტალენტ მიმღები იყო, ხოლო ჯიშებმა გავინ, დელკორა, და ბელიტა აჩვენა დაავადების მიმართ გამძლე რეაქცია. ჯიშ-დიფერენციატორთა რეაქციის მიხედვით დიდაჭარის პოპულაციაში გამოვლენილი პათოტიპი მკვეთრად განსხვავდება სხვა ქვეყნებში გავრცელებული პათოტიპებისგან და ძალიან ჰგავს თურქეთში ბოლო დროს გამოვლენილ პათოტიპ 38 (Nevschehir)-ს. ქართული და თურქული წარმოშობის პათოტიპი 38 (Nevschehir) მხოლოდ დიფერენციატორ დელკორასადმი რეაქციით განსხვავდება ერთმანეთისგან (Çakır, et al., 2009).

გარდა ლაბორატორიაში ჩატარებული ბიოტესტებისა, ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის სათბურის პირობებში 2016-2017 წწ ჩატარდა ე.წ. ქოთნის ცდები.

ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფელ დიდაჭარიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშებითა (ინფიცირების ხარისხი 20 ზამთრის სპორანგიუმი 1 გრამ ნიადაგში) და იგივე ჯიშ-დიფერენციატორების გამოყენებით მოწყობილი იყო ქოთნის ცდა სათბურში. დარგვიდან 100-104 დღის შემდეგ, მცენარეები ამოვთხარეთ და ტუბერები შევამოწმეთ კიბოს არსებობაზე. ტუბერებზე განვითარებული სიმკტომები შევაფასეთ სპიკერმანის სკალის გამოყენებით. ცდაში ჯიში მარფონა გამოყენებული იყო როგორც დადებითი კონტროლი (ცხრ.20).

ცხრილი 20. ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw13N მიმართ ქოთნის ცდებში

დიფერენციატორი	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერებ. რ-ბა	გამძლე				სუსტად მიღები	მიმღები						საბოლოო რეაქცია		
			0	-	P	F		R	I	II	III	IV	V		X	
გავინ	21	-	21													R
დეოდარა	19	12	6		1		1	2	3	5	1					S
პროდუსენტ	18	9	9					1	4	2	2					S
დელკორა	20		20													R
ბელიტა	20		20													R
ტალენტ	23	15	8				3	7	5							S
საფირ	21	8	12		1		5	3								S
მარფონა	37	32			5				12	1	6	5	8			S

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ჯიში გავინ, დელკორა და ბელიტა გამძლე აღმოჩნდა დიდაჭარას იზოლატისადმი, ხოლო ჯიშებმა დეოდარა, პროდუსენტ, ტალენტ და საფირ მიმღები რეაქცია გამოამჟღავნეს. სახელდობრ, ჯიში დეოდარას 19 ტუბერიდან დაავადდა 12 ტუბერი. აქედან, 12 ტუბერი კი იყო მიმღები რეაქციის: 1 ტუბერი სუსტად მიღები „R”რეაქციის ტიპის, 2 ტუბერი I ტიპის- 2–3 მმ დიამეტრის კიბოს

კორძებით, 3 ტუბერი II ტიპის (4–5 მმ დიამეტრის) კიბოს კორძებით, 5 ტუბერი- III ტიპის (6–7 მმ დიამეტრის)კორძებით და 1 ტუბერი - IV ტიპის 8–10 მმ დიამეტრის კორძებით. 6 ტუბერი იყო გამძლე ტიპის - „0“ და „P„ ტიპის. საბოლოოდ, ჯიში დეოდარა შეფასდა, როგორც მიმღები.

ცდაში სულ აღირიცხა ჯიშ პროდუცენტის 18 ტუბერი, მათგან 9 ტუბერი იყო გამძლე და დანარჩენი 9 ტუბერი დაავადდა. დაავადებულ ტუბერებზე სხვადასხვა ტიპის კორძები განვითარდა: I ტიპის ანუ 2–3 მმ დიამეტრის კორძები ერთ ტუბერზე, II ტიპის (4–5 მმ დიამეტრის) კორძები 4 ტუბერზე, III ტიპის (6–7 დიამეტრის) კორძები 2 ტუბერზე და IV ტიპის (8–10 მმ დიამეტრის) იყო 2 ტუბერზე. ჯიშ პროდუცენტმა აჩვენა მიმღები რეაქცია.

ჯიშ ტალენტის 23 ტუბერიდან დაავადდა 15 ტუბერი, ხოლო 8 ტუბერი იყო გამძლე. იყო მიმღები რეაქციის 15 ტუბერიდან 3 ტუბერი იყო სუსტად მიმღები „R“ რეაქციის ტიპით, 7 ტუბერზე განვითარებული 2–3 მმ დიამეტრის კორძები, რომლებიც მიეკუთვნებოდა რეაქციის I ტიპს, ხოლო 5 ტუბერზე წარმოქმნილი კიბოს კორძები II ტიპის (4–5 მმ დიამეტრის) იყო. აღრიცხვის შედეგების თანახმად ჯიში ტალენტ შეფასდა, როგორც მიმღები-S;

სულ აღირიცხა ჯიშ საფირის 21 ტუბერი, მათგან 8 ტუბერი დაავადდა, ხოლო 12 ტუბერი გამძლე იყო სხვადასხვა რეაქციის ტიპებით (0“ და “P„ ტიპი). მიმღები რეაქციის მქონე ტუბერებიდან 5 ტუბერზე აღირიცხა სუსტად მიმღები „R“ ტიპის რეაქცია და 3 ტუბერზე კი I ტიპის, 2–3 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები. მიუხედავად იმისა, რომ საფირის ტუბერების უმცირესობაზე განვითარდა მიმღები რეაქცია, საერთაშორისო სტანდარტის თანახმად ჯიში საფირ შეფასდა, როგორც მიმღები.

3.4.2. ხულოს რაიონის სოფელ სკვანაში გავრცელებული კიბოს პოპულაციის (pw14)

ანალიზი

ხულოს რაიონის სოფელ სკვანაში გავრცელებული კიბოს პოპულაციის შიდასახეობრივი სტრუქტურის შესწავლა განხორციელდა ლაბორატორიული, ქოთნისა და მინდვრის ცდების საშუალებით.

ლაბორატორიული ცდები ჩატარდა სამჯერადი განმეორებით სპიკერმანის მეთოდის მიხედვით. დიფერენციატორთა რეაქციების აღირიცხა ცალკეულ

ტუბეტრზე და 21-ე ცხრილში მოცემულია გამოკვლეული ტუბერების შეჯამებული რაოდენობა. ჩატარებული ცდის შედეგების თანახმად ჯიშ-დიფერენციატორები გავინ, დელკორა და ბელიტა გამძლე აღმოჩნდა სკვანას იზოლატისადმი, ხოლო ჯიშები დეოდარა, პროდუცენტ, ტალენტ და საფირ მიმღები რეაქციით ხასიათდებოდნენ. მიმღები ჯიშებიდან დაავადების მაღალი ხარისხი აღინიშნა დეოდარასა და პროდუცენტზე. კერძოდ, დეოდარას 10 ინფიცირებულ ტუბერზე განვითარდა: I ტიპის ანუ 2–3 მმ დიამეტრის კორძები 3 ტუბერზე, II ტიპის (4–5 მმ დიამეტრის) კორძები 4 ტუბერზე, IV (8–10 მმ დიამეტრის) და V (11–15 მმ დიამეტრის) ტიპის კორძები თითო ტუბერზე.

ცხრილი 21. ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw14-ის მიმართ სპიკერმანის ცდის დროს

ჯიშ- დიფერენციატორი	სამივე განმეორებაში აღრიცხული ტუბერის რ.-ბა, ცალი	დაავადებული ტუბერების რ.-ბა, ცალი	სხვადასხვა კატეგორიის რეაქციის ტუბერების რაოდენობა											
			გამძლე რეაქცია (0 – F)				მიმღები რეაქცია (R – X)							
			0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V	X	
გავინი	20	0	20											
დეოდარა	18	10	7		1		1	3	4		1	1		
პროდუსენტ	15	9	6						3	3	1	1	1	
დელკორა	15	0	15											
ბელიტა	20	0	20											
ტალენტ	21	14	7		1		2	4	4	5				
საფირ	22	14	4	2	2		2	3	5	2	2			
დ. კ. მარფონა	15	9	4		2			1	3		4		1	

ჯიშ პროდუცენტის 9 დაავადებული ტუბერიდან 3 -ზე განვითარდა: II ტიპის (4–5 მმ დიამეტრის) კორძები, დანარჩენ 3 ტუბერზე- III ტიპის (6–7 დიამეტრის) კორძები IV ტიპის (8–10 მმ დიამეტრის), V ტიპის (11–15 მმ დიამეტრის) და X ტიპის (11–15 მმ დიამეტრის) კორძები თითო-თითო ტუბერზე.

ჯიშ ტალენტის 21 ტუბერიდან დაავადდა 14 ტუბერი, ხოლო 7 ტუბერი იყო გამძლე. მიმღები რეაქციის ტუბერებიდან 2 ტუბერი იყო სუსტად მიმღები „R” რეაქციის

ტიპით, 4-4 ტუბერზე განვითარდა I (2-3 მმ დიამეტრის) და II (4-5 მმ დიამეტრის) ტიპის კორძები, ხოლო 5 ტუბერზე - III ტიპის (6-7 დიამეტრის) კორძები.

ჯიშ საფირის 14 ტუბერი დაავადდა. აქედან, სუსტად მიმღები „R” რეაქციის მქონე იყო 2 ტუბერი, I ტიპის რეაქციის-3 ტუბერი, II (4-5 მმ დიამეტრის) ტიპის - 5 ტუბერი III და IV ტიპის რეაქციის 2-2 ტუბერი. 4 ტუბერზე აღირიცხა „0“ ტიპის, 2 -ზე „-“, და კიდევ 2-ზე „P„ ტიპის გამძლე რეაქციები.

ქოთნის ცდების შედეგებიც ლაბორატორიული ცდების შედეგების მსგავსი აღმოჩნდა, რადგან ქოთანში გამოზრდილი ჯიშ-დიფერენციატორები გავინ, დელკორადა, ბელიტა გამძლე იყო სკვანას pw14 იზოლატისადმი, ხოლო ჯიშებმა დეოდარა, პროდუსენტ, ტალენტ და საფირ მიმღები რეაქცია აჩვენეს (ცხრ. 22).

განსაკუთრებით მაღალი ინტენსივობით განვითარდა დაავადება ჯიშ-დიფერენციატორებზე დეოდარასა და პროდუსენტზე, რადგან მათზე წარმოიქმნა IV, V და X ტიპის დიდი ზომის კიბოს კორძები. ჯიშ ტალენტის 5 ტუბერზე განვითარდა IV ტიპის რეაქცია 11-15მმ დიამეტრის კორძებით, 2 -ზე - II ტიპის (4-5 მმ დიამეტრის) კორძები და 1 ტუბერზე - I ტიპის რეაქცია (2-3 მმ დიამეტრის) კიბოს კორძებით.

ჯიშ საფირის 3 ტუბერზე ასევე დიდი ზომის, IV ტიპის და 1 ტუბერზე- X ტიპის კიბოს კორძები განვითარდა. დანარჩენ 3 მიმღები რეაქციის ტუბერზე აღირიცხა I ტიპის რეაქცია.

ცხრილი 22. ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw14 მიმართ პათოგენის ქოთნის ცდებში

დიფერენციატორი	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების	გამძლე				სუსტად მიმღები R	მიმღები						რეაქცია	
			0	-	P	F		I	II	III	IV	V	X		
გავინ	15	0	15												R
დეოდარა	15	9				6				1	3	1	4		S
პროდუსენტ	15	5	3	5	2						2	1	2		S
დელკორა	15	0	15												R
ბელიტა	15	0	15												R
ტალენტ	15	8			3	4		1		2	5				S
საფირ	15	7	2	6					3		3		1		S
მარფონა დ.კ.	15	10	3	2						4	2	1	3		S

ხულოს რაიონის სოფელ სკვანაში გავრცელებული პათოტიპის დადგენის მიზნით განხორციელებული საველე ცდის შედეგები მოცემულია 23-ე ცხრილში.

დაავადების განვითარების ინტენსივობა შეფასდა თითოეული მცენარისათვის ინდივიდუალურად კიბოს ზომისა და რაოდენობის მიხედვით EPPO-ს დიაგნოსტიკური პროტოკოლის სკალის შესაბამისად (ცხრ. 23).

ცხრილი 23. კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია კიბოსადმი საველე ცდის პირობებში (ხულო, ს.სკვანა)

დიფერენციატორი	დარგული ტუბერების რაოდენობა	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დამზალი ტუბ.	დაავადებული	ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია 1-9 სკალის მიხედვით									
					1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	რეაქციის ტიპი
გავინ	30	235	9	0	235	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
დეოდარა	30	285	18	66	219	17	20	9	0	0	5	9	6	3 (S)
პროდუსენტ	30	276	0	57	219	31	8	1	5	9	3	0	0	2 (S)
დელკორა	30	184	4	0	184	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
ბელიტა	30	205	5	0	205	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
ტალენტ	30	204	0	20	184	1	3	3	1	0	2	4	6	9 (S)
საფირ	30	235	0	24	211	6	8	2	1		3	3	1	3 (S)

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ჯიშ გავინის 30 ტუბერიდან განვითარდა 27 ძირი მცენარე, რომლისაგანაც მივიღეთ 235 ცალი ტუბერი. არც ერთ მათგანზე არ აღრიცხულა მიმღები რეაქცია. ჯიშში დეოდარას 285 ცალი ტუბერი იქნა დათვალიერებული. აქედან, 66 ტუბერი კიბოთი იყო დაავადებული. დაავადებული ტუბერებიდან, 17 ტუბერზე აღრიცხული რეაქცია მიეკუთვნებოდა მე-2 კლასს, 20 ტუბერზე მიღებული რეაქცია - მე-3 კლასს, 9 ტუბერზე განვითარებული რეაქცია - მე-4 კლასს, 5 ტუბერზე მიღებული რეაქცია - მე-7 კლასს, 9 ტუბერის რეაქცია - მე-8 კლასს და 6 ტუბერის რეაქცია - მე-9 კლასს. საბოლოო შეფასება იყო - 3 (S).

ჯიში პოდუსენტის 276 ცალი ტუბერიდან 57 ტუბერი კიბოთი იყო დაავადებული. დაავადებული ტუბერებიდან, 31 ტუბერის კიბოსადმი რეაქცია მიეკუთვნებოდა მე-2 კლასს, 8 ტუბერის რეაქცია - მე-3 კლასს, 1 ტუბერის რეაქცია - მე-4 კლასს, 5 ტუბერის რეაქცია - მე-5 კლასს, 9 ტუბერის რეაქცია მე-6 კლასს და 3 ტუბერის რეაქცია - მე-7 კლასს. საბოლოო შეფასება იყო 2 (S).

ჯიში ტალენტის 204 ცალი ტუბერი იქნა შეფასებული კიბოს კორძების არსებობაზე. აქედან, 20 ტუბერი კიბოთი იყო დაავადებული. დაავადებული ტუბერებიდან, 1 ტუბერზე განვითარდა მე-2 კლასის რეაქცია, 3 ტუბერზე - მე-3 კლასის რეაქცია, კიდევ 3 ტუბერზე - მე-4 კლასის რეაქცია, 1 ტუბერზე - მე-5 კლასის რეაქცია, 2 ტუბერზე - მე-7 კლასის, 4 ტუბერზე - მე-8 კლასის და 6 ტუბერზე - მე-9 კლასის რეაქცია. ჯიშის საბოლოო შეფასება იყო - 9 (S).

ჯიში დელკორას 30 ტუბერი იყო დარგული და მათგან განვითარებულმა 23 მცენარემ მოგვცა 184 ცალი ტუბერი. აქედან, არცერთი ტუბერი იყო დაინფიცირებული.

ჯიში ბელიტას 24 ტუბერიდან განვითარებულმა 20 მცენარემ მოგვცა 205 ცალი ტუბერი, რომლებიც თავისუფალი იყო დაავადებისგან. საბოლოო შეფასებაა - 1 (R).

ჯიში პროვენტოს შემთხვევაში, დარგული 24 ტუბერიდან განვითარებულმა 204 მცენარისგან მივიღეთ 199 ცალი ტუბერი. აქედან არცერთი ტუბერი არ იყო დაინფიცირებული. ჯიშები გავინ, დელკორა, ბელიტა და პროვენტო საბოლოო შეფასდა როგორც კიბოსადმი გამძლე- 1 (R).

ამგვარად, ზემოთ აღწერილი სამივე ცდის შედეგების თანახმად ჯიშ-დიფერენციატორები დეოდარა, ტალენტი, საფირ და პროდუსენტი კიბოსადმი მიმღები აღმოჩნდნენ სკვანაში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს პოპულაციისადმი და ჯიშები გავინ, დელკორა და ბელიტა გამძლე იყო. მიღებული შედეგები თანხვედრა დიდაჭარის კიბოს პოპულაციის ანალიზის შედეგებს და აქედან გამომდინარე, სავარაუდოდ, სოფელ სკვანაშიც გავრცელებულია იგივე პათოტიპი.

3.4.3. ხულოს რაიონის სოფელ უჩხოში გავრცელებული კიბოს პოპულაციის (pw15) ანალიზი

ხულოს რაიონის სოფელ უჩხოში გავრცელებული კიბოს პოპულაციის პათოტიკური სტრუქტურის შესწავლა განხორციელდა ლაბორატორიული, ქოთნისა და მინდვრის ცდების საშუალებით.

2017- 2018 წლებში ლაბორატორიული ცდები ჩატარდა გლინ-ლიმერზალის მეთოდის გამოყენებით. მიღებული შედეგების თანახმად (ცხრ. 24) ჯიშ-დიფერენციატორები გავინ, დელკორა და ბელიტა გამძლე აღმოჩნდა სოფელ უჩხოში აღებულ pw15 იზოლატისადმი, ხოლო ჯიშებმა- დეოდარა, პროდუსენტ, ტალენტ და საფირ მიმღები რეაქცია გამოავლინეს.

ჯიშ დეოდარაზე 36 ტუბერიდან 2 ტუბერზე გამოვლინდა „R” ტიპის სუსტად მიმღები რეაქცია, 7 ტუბერზე განვითარდა მიმღების რეაქციის I ტიპის, 3 ტუბერზე - II ტიპის, 6 ტუბერზე - III ტიპის, 2-ზე - IV ტიპის და 3 ტუბერზე - V ტიპის კორძები. ჯიშ ტალენტის 36 ტუბერზე წარმოიქმნა მიმღები ტიპის კორძები. მათ შორის, 3 ტუბერზე აღირიცხა „R” ტიპის რეაქცია, 8 ტუბერზე- I ტიპის, 2 ტუბერზე - II ტიპის, 5 ტუბერზე - III ტიპის, 5 ტუბერზე - IV ტიპის და 3-ზე - V ტიპის კორძები.

ჯიში საფირის 42 ტუბერიდან 45 მიმღები რეაქციის ტუბერი იყო, მაგდან 4 ტუბერზე იყო I ტიპის, 1-ზე- II ტიპის, ერთ ტუბერზე - III ტიპის, 2 ტუბერზე - IV ტიპის კორძები.

ჯიშ პროდუსენტზე 44 ტუბერიდან 4 ტუბერზე წარმოიქმნა I ტიპის (2-3 მმ დიამეტრის) კორძები, 2 ტუბერზე - II ტიპის 1 ტუბერზე - III ტიპის, 1 ტუბერზე - IV ტიპის კორძები. როგორც ვხედავთ, საკმაოდ მაღალია დიფერენციატორების კიბოთი დაავადების ხარისხი.

ცხრილი 24. ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw15 მიმართ გლინ-ლიმერზალის ცდაში

ჯიშ- დიფერენ ციატორი	აღრიცხული ტუბერების რიცხვი	დიფერენციატორების რეაქცია										
		გამძლე (0 - F)					მიმღები (R- X)					
		0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V	X
ცდა 1												
ვარიანტი 1												
გავინ	13	11		2								

დეოდარა (დ.კ.)	14	4					4		3	1	2	
ბელიტა	15	13	2									
დელკორა	15	10	5									
ტალენტ	16	5		2			3	1	2	2	1	
პროდუსენტ	15	7	1				4	2	1	1		
საფირ	16	8					4	1	1	2		
ვარიანტი 2 :												
გავინ	15	14		1								
დეოდარა (დ.კ.)	12	2		3			2	2	2		1	
ბელიტა	15	15										
დელკორა	16	16										
ტალენტ	15	5		1		2	3		1	1	2	
პროდუსენტ	17	5	2			1	2			4	2	1
საფირ	10	5					1	2	3	3		1
ცდა 2												
ვარიანტი 1:												
გავინ	16	14	2									
დეოდარა (დ.კ.)	10	2	2			2	1	1	1	1		
ბელიტა	16	14	2									
დელკორა	16	16										
ტალენტ	15	7				1	2	1	2	2		
პროდუსენტ	14	6					2	1	2	1	1	1
საფირ	16	7					2	3	1	2	1	
ვარიანტი 2:												
გავინ	12	11	1									
დეოდარა (დ.კ.)	16	7				1	2	1	2	1	1	1
ბელიტა	16	16										
დელკორა	15	15										
ტალენტ	14	8						2	2	3		1
პროდუსენტ	15	9						3	2	2	1	1
საფირ	16	7						3	3	2	1	

მიმღებ დიფერენციატორებზე უმრავლეს შემთხვევაში განვითარდა სხვადასხვა- II, III, IV, V და X ტიპის მიმღები რეაქციები.

ს. უჩხოში გავრცელებული პათოგენის pw15 იზოლატის პათოტიპების შესწავლის მიზნით 2018 წლის თებერვალში მოეწყო, აგრეთვე, ქოთნის ცდები (ცხრ. 25).

ქოთნის ცდების შედეგებიც ლაბორატორიული ცდების შედეგების მსგავსი აღმოჩნდა, რადგან ქოთანში გამოზრდილი ჯიშ-დიფერენციატორები გავინ, დელკორა

და ბელიტა გამძლე იყო pw15 იზოლაციისადმი. მიმღებ ჯიშებზე შემდეგი მიმღები რეაქცია გამოვლინდა:

ჯიშ დეოდარას 16 ტუბერიდან 10 ტუბერზე განვითარდა მიმღები რეაქცია, მათ შორის, 4 ტუბერზე განვითარდა II ტიპის მიმღები კორძები, 2 ტუბერზე - IV ტიპის, 3 ტუბერზე - V ტიპის და ერთ ტუბერზე - X ტიპის მიმღები კორძები.

ჯიშ პროდუსენტზე 21 ტუბერიდან 1 ტუბერზე განვითარდა II ტიპის კორძები, 2 ტუბერზე - III ტიპის კორძები, 4 ტუბერზე - IV ტიპის კორძები.

ჯიშ ტალენტის 14 ტუბერიდან 10-ზე წარმოიქმნა მიმღები ტიპის კორძები. მათგან, 2 ტუბერზე - III ტიპის, 5 ტუბერზე - IV ტიპის და 3-ზე - V ტიპის კორძები.

ჯიშ საფირის 17 ტუბერიდან მხოლოდ ორი მიმღები ტიპის კორძი განვითარდა: 4 ტუბერზე - I ტიპის და 3 ტუბერზე - II ტიპის კორძები.

ცხრილი 25. ჯიშ-დიფერენციტორების რეაქცია იზოლატ pw15 მიმართ, ქოთანის ცდების შედეგები

დიფერენციატორი	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების რაოდენობა	გამძლე				სუსტად მიმღები	მიმღები						საბოლოო რეაქცია		
			0	-	P	F		R	I	II	III	IV	V		X	
გავინ	20	0	20													R
დეოდარა	16	10				6			4		2	3	1			S
პროდუსენტ	21	9	5	3	4			1		2	4					S
დელკორა	15	0	15													R
ბელიტა	8	0	0													R
ტალენტ	14	10	1	2	1					2	5	3				S
საფირ	17	7	3	5	2			4	3							S
მარფონა	18	11	7						1	4	2					S
დ.კ.																

ქოთანში გამოზრდილ მცენარეთა კიბოსადმი მიმღებ ტუბერებზეც მაღალი იყო დაავადების განვითარების ინტენსივობა.

2018 წელს საველე ცდაც ხულოს რაიონის სოფელ უჩხოში განხორციელდა. საველე ცდაში გამოყენებული იყო კარტოფილის იგივე 7 ჯიშ-დიფერენციატორი: გავინ, დეოდარა, პროდუსენტ, ბელიტა, დელკორა, ტალენტ, საფირ.

დაავადების განვითარების ინტენსივობა თითოეულ მცენარაზე შეფასდა წარმოქმნილი კიბოს ზომისა და რაოდენობის მიხედვით EPPO-ს დიაგნოსტიკური პროტოკოლის სკალის შესაბამისად (ცხრ. 26).

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ჯიშ გავინის 32 ტუბერიდან ავიღეთ 331 ცალი ტუბერი, რომლებიც არ იყო დაავადებული. ჯიში დეოდარას დარგული 25 ტუბერიდან ავიღეთ 271 ცალი ტუბერი. აქედან, 18 ტუბერი კიბოთი იყო დაავადებული სხვადასხვა ხარისხით. დაავადებული ტუბერებიდან, 15 ტუბერზე განვითარებული რეაქციის მიეკუთვნებოდა მე-2 კლასს, ხოლო 3 ტუბერზე განვითარებული რეაქცია - მე-3 კლასს. საბოლოო შეფასება იყო 2 (S).

ცხრილი 26. კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია საველე ცდის დროს სოფელ უჩხოში, 2018

დიფერენციატორი	დარგული ტუბერების რ.-ბა	ადრიცხული ტუბერების რ.-ბა	დამზალი	დავადაებული	სკალა									რეაქციის ტიპი
					1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	
გავინ	32	331	0	0	331	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
დეოდარა	25	271	0	18	253	15	3	0	0	0	0	0	0	2 (S)
პროდუსენტი	30	329	14	56	273	25	10	3	4	1	11	1	1	2 (S)
დელკორა	32	226	0	0	226	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
ბელიტა	25	145	0	0	145	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
ტალენტ	22	178	0	29	149	10	19	0	0	0	0	0	0	3 (S)
საფირ	27	115	0	8	107	8	0	0	0	0	0	0	0	2 (S)

ჯიში პროდუსენტის გამოკვლეული 329 ცალი ტუბერიდან 56 ტუბერი კიბოთი იყო დაავადებული. აქედან, 25 ცალი ტუბერზე მიღებული კორძები მიეკუთვნებოდა მე-2 კლასს, 10 ცალი ტუბერის რეაქცია - მე-3 კლასს, 3 ტუბერზე წარმოქმნილი კორძები - მე-4 კლასს, 4 ტუბერის რეაქცია - მე-5 კლასს, 1 ტუბერზე მივიღეთ მე-6 კლასის რეაქცია, 11 ტუბერზე განვითარებული კორძები მე-7 კლასს მიეკუთვნებოდა, 1 ტუბერზე მიღებული- მე-8 კლასს და 1 ტუბერზე განვითარდა მე-9 კლასის კორძები. ჯიშის საბოლოო შეფასება იყო - 2 (S).

ჯიში ტალენტზე 178 ცალი ტუბერიდან 29 ტუბერი კიბოთი იყო დაავადებული. დაავადებული ტუბერებიდან, 19 ცალი ტუბერის რეაქცია მიეკუთვნებოდა მე-3 კლასს და 10 ტუბერის რეაქცია - მე-2 კლასს. საბოლოო შეფასება იყო - 3 (S).

ჯიში საფირის დარგული 25 ტუბერიდან ავიღეთ 115 ცალი ტუბერი. და ამ უკანასკნელიდან, 8 ტუბერი კიბოთი იყო დაავადებული და მათზე გამოვლენილი რეაქცია მიეკუთვნებოდა მე-2 კლასს. საბოლოო შეფასება იყო - 2 (S).

ჯიში დელკორას დარგული 32 ტუბერიდან ავიღეთ 226 ცალი ტუბერი, რომლებიც არ იყო დაავადებული. ჯიში პროვენტოს დარგული 27 ტუბერიდან ავიღეთ 212 ცალი ტუბერი, რომლებიც არ იყო დაავადებული. ჯიში ბელიტას დარგული 25 ტუბერიდან ავიღეთ 145 ცალი ტუბერი, რომლებიც არ იყო დაავადებული. ამ ჯიშ-დიფერენციატორთა საბოლოო შეფასება იყო - 1 (R).

3.4.4. ხულოს რაიონის სოფელ ძირკვაძეებში გავრცელებული პოპულაციის (pw16)

ანალიზი

ხულოს რაიონის სოფელ ძირკვაძეებში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს პოპულაციის პათოტიპების დადგენის მიზნით 2018 წელს ლაბორატორიაში ჩავატარეთ ცდა გლინ-ლიმერზალის მეთოდის გამოყენებით და სათბურში - ე.წ. ქოთნის ცდა.

გლინ-ლიმერზალის ცდის შედეგებიდან გამომდინარე მიმღები რეაქცია გამოავლინეს ჯიშ-დიფერენციატორებმა: დეოდარა, პროდუცენტ, ტალენტ და საფირ. განსაკუთრებით მრავალფეროვანი იყო დეოდარაზე გამოვლენილი რეაქციები: თითო ტუბერზე იყო I, II და V ტიპის კიბოს კორძები, ყველაზე მეტი - 7 ტუბერი იყო III ტიპის (6-7 მმ დიამეტრის) კიბოს კორძებით დაფარული და 4 ტუბერზე იყო IV ტიპს (8-10 მმ დიამეტრის) კორძები.

ჯიშ პროდუცენტის 15 ტუბერიდან 13 ტუბერზე განვითარდა I, II და III ტიპის კიბოს კორძები. ჯიშ ტალენტის 15 ტუბერიდან დაავადდა 11 ტუბერი და მათგან, I, II და III ტიპის კიბოს კორძები განვითარდა, შესაბამისად, 4, 2 და 5 ტუბერზე.

ჯიში საფირის 15 ტუბერიდან მხოლოდ 1 ტუბერი იყო გამძლე, ხოლო მიმღები რეაქციის მქონე 14 ტუბერიდან 3 ტუბერზე აღირიცხა I ტიპის, 5-5 ტუბერზე განვითარდა კიბოს II (4-5 მმ დიამეტრის) და III ტიპი (6-7 მმ დიამეტრის) კორძები და 1 ტუბერზე - IV ტიპს (8-10 მმ დიამეტრის) კორძები.

ჯიმ-დიფერენციატორები გავინ, ბელიტა და დელკორა pw16 იზოლატისადმი გამძლე იყო (ცხრ. 27)

ცხრილი 27. ჯიმ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw16 მიმართ გლინ-ლიმერზალის ცდის დროს (სოფ. ძირკვაძეები)

N	ჯიმ - დიფერენციატორები	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების რაოდენობა	გამძლე რეაქცია (0 - F)			სუსტა დ მიმღები	მიმღები რეაქცია (I - X)						საბოლოო რეაქცია	
					1	2		3	4	5					
				0*	-	P		R	I	II	III	IV	V		X
1 ვარიანტი															
1	გავინი	5	0	5										R	
2	დეოდარა	5						1	1	2	1			S	
3	პროდუსენტი	5	1					2	2					S	
4	დელკორა	5	0	1	4									R	
5	ბელიტა	5	0	5										R	
6	ტალენტი	5	2						1	2				S	
7	საფირი	5							5					S	
2 ვარიანტი															
1	გავინი	5	0	5										R	
2	დეოდარა*	5	1							3	1			S	
3	პროდუსენტი	5							3	2				S	
4	დელკორა	5	0	5										R	
5	ბელიტა	5	0	5										R	
6	ტალენტი	5	1						2	1	1			S	
7	საფირი	5	1							3	1			S	
3 ვარიანტი															
1	გავინი	5	0	5										R	
2	დეოდარა	5								2	2	1		S	
3	პროდუსენტი	5	2					1	1	1				S	
4	დელკორა	5	0	3	2									R	
5	ბელიტა	5	0	5										R	
6	ტალენტი	5	1					1	1	2				S	
7	საფირი	5						3		2				S	

ქოთანში გამოზრდილმა მცენარეებმაც იგივე რეაქცია გამოავლინეს pw16 იზოლატის მიმართ, რაც გლინ-ლიმერზალის ცდაში იყო მიღებული. კერძოდ, ჯიმ-დიფერენციატორები: გავინ, დელკორა და ბელიტა ამ შემთხვევაშიც გამძლე აღმოჩნდა, ხოლო მიმღებ ჯიმებზე თითქმის ყველა ტიპის რეაქცია განვითარდა (ცხრ. 28).

ჯიმ პროდუცენტის 21 ტუბერიდან 15 ტუბერზე განვითარდა ფართო სპექტრის მიმღები ტიპის კორძები, უფრო ზუსტად კი, 2 ტუბერზე - II (4-5 მმ დიამეტრის) ტიპის კორძები, 7 ტუბერზე - III ტიპის (6-7 მმ დიამეტრის) კიბოს კორძები, 1 ტუბერზე - IV ტიპს (8-10 მმ დიამეტრის) კორძები, 3 ტუბერზე - V ტიპის, 11-15მმ დიამეტრის კორძები და 2 ტუბერზე - X ტიპის, 16-20მმ დიამეტრის კორძები.

ჯიმ დეოდარაზე წარმოიქმნა I ტიპის (2 ტუბერზე), II ტიპის (4 ტუბერზე) და V ტიპის (3 ტუბერზე) კორძები.

ჯიმი ტალენტის 16 ტუბერიდან მხოლოდ 1 ტუბერზე იყო განვითარებული X ტიპის რეაქცია 16-20მმ დიამეტრის კორძებით, 4 ტუბერზე იყო - I ტიპის რეაქცია 2-3 მმ დიამეტრის კიბოს კორძებით და 5 ტუბერზე- III ტიპის (6-7 მმ დიამეტრის) კიბოს კორძები.

ჯიმ საფირის 17 ტუბერიდან 9 ტუბერზე დიდი ზომის კორძები განვითარდა: 4 ტუბერზე - III ტიპის (6-7 მმ დიამეტრის) კიბოს კორძები, 3 ტუბერზე - IV ტიპს (8-10 მმ დიამეტრის) კორძები და დანარჩენ 2 ტუბერზე - V ტიპის, 11-15მმ დიამეტრის.

ცხრილი 28. ჯიმ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw16 მიმართ ქოთნის ცდის დროს (სოფ. ძირკვამეები)

დიფერენციატორი	ადრინჯიერი ტუბერების რ.-ბა	დავადებული ტუბერების რ.-ბა	გამძლე (0-F)				სუსტად მიმღები R	მიმღები (I-X)						რეაქცია	
			0	-	P	F		I	II	III	IV	V	X		
გავინ	21	0	21												R
დეოდარა	18	9	6			3			2	4				3	S
პროდუსენტი	21	15	5		1				2	7	1	3	2		S
დელკორა	16	0	16												R
ბელიტა	17	0	17												R
ტალენტი	20	10	10					4		5				1	S
საფირი	17	9	5	2		7				4	3	2			S
მარფონა დ.კ	18	12	5		1					3	4	2	2	1	S

ამრიგად, ხულოს რაიონის ოთხ სოფელში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს პოპულაციის შიდასახეობრივი ანალიზის შედეგები ყველა ჩატარებული ცდის მიხედვით ერთნაირია. სახელდობრ, ჯიმ-დიფერენციატორები: გავინ, დელკორა და

ბელიტა ყველა შემთხვევაში გამძლე რეაქციის მქონე იყო, ხოლო ჯიშები დეოდარა, პროდუსენტ, ტალენტ და საფირ თითქმის ყველა ტიპის მიმღები რეაქციით ხასიათდებოდა (ცხრ. 29). შეიძლება დავუშვათ, რომ ხულოს რაიონში გავრცელებულია ერთი პათოტიპი და იგი მსოფლიოში აქამდე ცნობილი პათოტიპებიდან მხოლოდ თურქული პათოტიპის - 38 (Nevsehir)-ის მსგავსია განახლებული ევროპული ნაკრების დიფერენციატორების (გავინ, დეოდარა, ბელიტა, პროდუსენტ, საფირ, ტალენტ) მიმართ გამოვლენილი რეაქციით.

ცხრილი 29. pw 13, pw 14, pw 15, pw 16 იზოლატებისა და პათოტიპ - 38 (Nevsehir) მიმართ ჯიშ დიფერენციატორების რეაქცია

კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორი	იზოლატი pw 13 (წარმოშობა სოფ. დიდაქარა)			იზოლატი pw 14 (წარმოშობა სოფ. სევანა)			იზოლატი pw 15 (წარმოშობა სოფ. უჩხო)			იზოლატი pw 16 (წარმოშობა სოფ. მირკვაძეები)			თურქული იზოლატი 38 (Nevsehir)
	სპიკერმანის ცდა	გლინ-ლიმეზალის ცდა	ქოთნის ცდა	მინდვრის ცდა	ქოთნის ცდა	სპიკერმანის ცდა	მინდვრის ცდა	ქოთნის ცდა	გლინ-ლიმეზალის ცდა	ქოთნის ცდა	გლინ-ლიმეზალის ცდა		
გავინი/ბელიტა	R	-	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
დეოდარა	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
პროდუსენტ	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
დელკორა	R	-	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	
ტალენტ/მირიამ	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
საფირ	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	

3.4.5. მესტიის რაიონის სოფელ უშგულში გავრცელებული *S.endobioticum*-ს პოპულაციის (pw17) ანალიზი

მესტიის რაიონის სოფელ უშგულში აღებული ინფიცირებული ტუბერები და ნიადაგი გამოყენებული იქნა *S.endobioticum* -ს პათოტიპების იდენტიფიცირების მიზნით 2018 -2019წწ. ჩატარებულ ლაბორატორიულ და ქოთნის ცდებში.

2018 წლის ოქტომბერ-ნოემბერში ლაბორატორიაში ცდა მოეწყო გლინ-ლიმერზალის მეთოდის მიხედვით. ინოკულუმის სახით გამოყენებული იყო სოფელ უშგულში, ინფიცირებული ნაკვეთიდან 2018 წლის 8-9 ოქტომბერს შეგროვილი ზაფხულის ზოოსპორანგიუმები (ცხრ.30).

როგორც 30-ე ცხრილიდან ჩანს, ჯიშები გავინ, დელკორა და ბელიტა ამ შემთხვევაშიც გამძლე აღმოჩნდა უშგულში გავრცელებული პათოგენისადმი (pw17), ხულოს პოპულაციისგან განსხვავებით pw17 იზოლატისადმი გამძლე რეაქცია გამოავლინა ჯიშ-დიფერენციატორმა ტალენტმა.

ცხრილი 30. ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw17 მიმართ ცდის გლინ-ლიმერზალის ცდის დროს (სოფ. უშგული)

ჯიშ- დიფერენ ციატორი	ტუბერების რიცხვი	დიფერენციატორების რეაქცია										რეაქცია	
		გამძლე (0 - F)					მიმღები (R- X)						
		0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V		
ვარიანტი 1:													
გავინ	14	14											R
დეოდარა (დ.კ.)	12	8				1	3						S
ბელიტა	14	14											R
დელკორა	15	15											R
ტალენტ	16	13			3								R
პროდუსენტ	15	9					4	2					S
საფირ	14	7				1	4	2					S
ვარიანტი 2 :													
გავინ	15	14											R
დეოდარა (დ.კ.)	14	9				1	2	2					S
ბელიტა	15	15											R
დელკორა	15	15											R
ტალენტ	15	14			1								R
პროდუსენტ	13	10	2			1							S
საფირ	15	6				1	3	3	2				S
ვარიანტი 3:													
გავინ	16	14	2										R
დეოდარა (დ.კ.)	10	7				2	1						S
ბელიტა	16	16											R
დელკორა	16	16											R
ტალენტ	13	13											R
პროდუსენტ	14	8		4			2						S
საფირ	14	7				2	2	2	1				S

მიმღებ ჯიშებზე: დეოდარა, პროდუსენტ და საფირ ძირითადად განვითარდა სუსტად მიმღები რეაქცია და I და II ტიპის კიბოს კორძები. სახელდობრ, სამივე განმეორებაში ჯიშ დეოდარას 36 დაავადებული ტუბერიდან 6 ტუბერი კი იყო მიმღები (R⁺) რეაქციის ტიპის, 7 ტუბერზე განვითარდა I ტიპის, 2-3 მმ დიამეტრის კიბოს კორძებ და 2 ტუბერზე - II ტიპის, 4-5 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები;

ცდაში სულ აღირიცხა ჯიშ პროდუსენტის 44 ტუბერი, მათგან 8 ტუბერზე განვითარდა I ტიპის ანუ 2-3 მმ დიამეტრის კორძები, 2 ტუბერზე - II ტიპის, 4-5 მმ დიამეტრის კორძები და ერთზე - სუსტად მიმღები რეაქცია.

ჯიშ საფირის 43 ტუბერიდან 20 ტუბერი გამძლე რეაქციის იყო, ხოლო 23 ტუბერზე აღირიცხა ყველაზე მაღალი ინფიცირების ხარისხი. კერძოდ, 9 ტუბერზე განვითარდა I ტიპის, 2-3 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები, 7 ტუბერზე - II ტიპის, 4-5 მმ დიამეტრის კორძები, 3 ტუბერზე - III ტიპის, 4-5 მმ დიამეტრის კორძები და 3 ტუბერზე - სუსტად მიმღები „R⁺“ ტიპის რეაქცია.

ამრიგად, ხულოს სოფლებიდან გამოყოფილი კიბოს იზოლატებისაგან განსხვავებული გამძლე რეაქცია მივიღეთ მხოლოდ ჯიშ ტალენტზე და აქედან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, რომ უშგულში იდენტიფიცირებულია 2(G1) პათოტიპი.

2019 წლის გაზაფხული-ზაფხულის განმავლობაში ჩატარდა ე.წ. ქოთნის ცდა (ცხრ. 31). ამ შემთხვევაშიც, ცდაში დადებით-კონტროლად ჩართული ჯიშ-დიფერენციატორის კიბოთი ინფიცირების ინტენსივობა დაბალი იყო. გამოკვლეული ტუბერების უმრავლესობა გამძლე რეაქციის იყო და მიმღებ დიფერენციატორთა ტუბერების მხოლოდ მცირე ნაწილზე განვითარდა მცირე ზომის კორძები.

ქოთნის ცდებშიც ჯიშ-დიფერენციატორები: გავინ, დელკორა, ბელიტა და ტალენტ გამძლე აღმოჩნდა უშგულში გავრცელებული პათოგენისადმი (pw17), ხოლო მიმღებ ჯიშებზე: დეოდარა, პროდუსენტ და საფირ უმრავლეს შემთხვევაში განვითარდა სუსტად მიმღები (R⁺) რეაქციის ტიპის, ხოლო I ტიპის, 2-3 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები განვითარდა დეოდარას ერთ ტუბერზე, ჯიშ პროდუსენტის -2 ტუბერზე. II ტიპის კიბოს კორძები წარმოიქმნა ჯიშ პროდუსენტის 1 ტუბერზე. შედარებით მაღალი ინფიცირების ხარისხი აჩვენა ჯიშ დიფერენციატორმა საფირმა, რომლის 3 ტუბერზე

იყო I ტიპის, 2–3 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები და დანარჩენ 3 ტუბერზე - II ტიპის, 4–5 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები.

გამძლე და სუსტად გამძლე რეაქცია მივიღეთ ქოთანში გამოზრდილ ჯიშ ტალენტის მცენარეებზეც. ისევე როგორც ლაბორატორიულ ცდაში, ქოთნის ცდაშიც უმრავლეს შემთხვევაში ჯიშ-დიფერენციატორებზე მიღებული რეაქციის მიხედვით 2(G2) პათოტიპი იქნა გამოვლენილი უშგულის პოპულაციაში. თუმცა, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მიღებული შედეგები არ არის საბოლოო და ამ ეტაპზე - სარწმუნო, რადგან ჩატარებული ცდების შედეგების თანახმად ძალიან დაბალი იყო (>50%) დადებით კონტროლზე (დეოდარაზე) კიბოთი ინფიცირების ხარისხი. აქედან გამომდინარე, ს. უშგულში გავრცელებული იზოლატის კვლევა უნდა გაგრძელდეს მომავალში უფრო მკაცრ ინფექციურ ფონზე.

ცხრილი 31. ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw17 მიმართ ქოთნის ცდის დროს (სოფ. უშგული)

N	დიფერენციატორი	ადრინჯიერი ტუბერების	დაავადებული ტუბერების რაოდენობა	გამძლე (0- F)				სუსტად მიმღები R	მიმღები (I - X)						რეაქცია	
				0	-	P	F		I	II	III	IV	V	X		
1	გავინ	21	-	21												R
2	დეოდარა დ.კ.	15	6	9		1		4	1	1						S
3	პროდუცენტ	18	6	12				4	2							S
4	დელკორა	20		20												R
5	ბელიტა	23		20												R
6	ტალენტ	22		19			3									R
7	საფირ	21	9	12					3	4	2					S

მაშასადამე, ხულოს რაიონის ოთხ სოფელსა და მესტიის რაიონის სოფელ უშგულში გავრცელებული კიბოს პოპულაციის შიდასახეობრივი დიფერენციაციის შესწავლის შედეგების შედარებისას აღმოჩნდა, რომ ისინი განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისგან ჯიშ-დიფერენციატორებისადმი რეაქციის მიხედვით. კერძოდ, უშგულში გავრცელებული პოპულაციისადმი ჯიშ ტალენტ უმრავლეს შემთხვევაში გამძლე იყო.

ამგვარად, საქართველოში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს პათოტიპების დადგენის მიზნით ბიოტესტის, ქოთნისა და მინდვრის ცდების ჩატარების შედეგად

შესწავლილი იქნა ხულოს რაიონის 4 სოფლიდან (დიდაჭარა, სკვანა, უჩხო, ძირკვაძეები) და მესტიის რაიონის ს. უშგულიდან აღებული კარტოფილის კიბოს ნიმუშები (იზოლატები pw13, pw14, pw15, pw16, pw17).

კვლევის შედეგების თანახმად, უშგულში იდენტიფიცირებულია პათოტიპი 2(G2) და ხულოში გავრცელებულია ახალი, EPPO-ს სიაში არარეგისტრირებული პათოტიპი, რომელიც სრულიად განსხვავებულია აქამდე მსოფლიოში ცნობილი პათოტიპებისგან საერთაშორისო უნიფიცირებული დიფერენციატორების მიმართ რეაქციით და 2017 წელს EPPO-ს მიერ შედგენილ დიფერენციატორთა განახლებულ ნაკრებზე რეაქციის მიხედვით ძალიან ჰგავს თურქეთში გავრცელებულ პათოტიპ 38 (Nevsehir)-ს.

3.4.6. პათოტიპების იდენტიფიცირების შედეგების განხილვა

როგორც ცნობილია, პათოტიპების აღწერა ეფუძნება გარკვეული ჯიშ-დიფერენციატორთა მიმართ კონკრეტული იზოლატის მიერ გამომჟღავნებულ რეაქციებს. ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით დღეისათვის მსოფლიოში *Synchytrium endobioticum*- ის დაახლოებით 40-მდე პათოტიპია ცნობილი (Baayen, et al., 2006), თუმცა კარტოფილის კიბოს პათოტიპების აღწერა ძალიან გართულებულია, რადგან სხვადასხვა ქვეყანაში იყენებდნენ და დღესაც იყენებენ სხვადასხვა დიფერენციატორებს და შეუძლებელი იყო მათი შედარება. აქედან გამომდინარე, აუცილებელი გახდა ერთიანი, უნიფიცირებული ნაკრების შექმნა. EPPO-ს მიერ შექმნილმა დიფერენციატორთა ნაკრებმა რამდენჯერმე განიცადა ცვლილება. 2004 წელს შედგენილი ევროპული ნაკრები, რომელიც შედგებოდა ჰოლანდიური და გერმანული სელექციის 11 ჯიშისაგან (OEPP/EPPO, 2004). გამოყენებული იყო ევროპაში ფართოდ გავრცელებული, ყველაზე მნიშვნელოვანი პათოტიპების: 1 (D1), 2 (G1), 6 (O1), 8 (F1), 18 (T1) იდენტიფიცირებისთვის. მოცემული ჯიშ-დიფერენციატორები გამოიყენება, ძირითადად, იმ ქვეყნებში (გერმანია და ჰოლანდია), სადაც გავრცელებულია მოცემული პათოტიპები. თუმცა, მიუხედავად ამისა, ამჟამად, გერმანიაში გამოიყენებენ EPPO-ს მიერ შემოთავაზებული ნაკრებიდან მხოლოდ რამდენიმე ჯიშს (Karolin, Miriam, Saphir და Tomensa) (Stachewicz & Langerfeld, 1998; Baayen, et al., 2006; Melnik, 1998; Pratt, 1976). ასევე, პოლონეთში, ჩეხოსლოვაკიაში, თურქეთში და სხვა ქვეყნებში იყენებდნენ EPPO-ს მიერ შემოთავაზებული ნაკრების გარდა სხვა ადგილობრივ ჯიშებსაც. 2004 წლის პროტოკოლში მოცემულმა ნაკრებმა

(დეოდარა/ტომენსა/ერსტელინგ, პროდუსენტ/ქომბი, დელკორა, საფირ, მირიამ და ბელიტა/კაროლინ/ულმე) მომდევნო წლებში განიცადა ცვლილებები, კერძოდ ჯიში ერსტელინგ (Eersteling) ჩანაცვლდა ჯიშით ევორა (Evora), ჯიში ქომბი (Comb) ჩანაცვლდა ჯიშით ირგა (Irga), ჯიშები დელკორა (Delcora) და მირიამ (Miriam) ჩანაცვლდა ჯიშმა ტალენტ (Talent), ხოლო ჯიში ულმე (Ulme) ჩანაცვლდა ჯიშებით იკარ (Icar) და გავინ (Gawin) (Baayen, 2004a). ამ ნაკრებიდან 7 ჯიში ჩვენს ცდებშიც იქნა გამოყენებული, ხოლო შემდგომში ამ ნაკრებიდან ამოღებული იქნა ჯიში დელკორა.

2013-2015 წლებში Euphresco SENDO პროექტის ფარგლებში ჩატარდა ინტერლაბორატორიული კვლევები უფრო ჰარმონიული, სტანდარტული დიფერენციატორთა საერთაშორისო ნაკრების შემუშავების მიზნით (van Leeuwen et al., 2016). სწორედ ეს განახლებული ნაკრები არის მოცემული 2017 წლის სადიაგნოსტიკო პროტოკოლის უახლესი ვერსიაში (EPPO, 2017).

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დიფერენციატორი დელკორა იყო დამატებით გამოყენებული ჩვენს ექსპერიმენტებში. მსგავსი ნაკრები იყო გამოყენებული თურქეთში ჩატარებული კვლევებისას (Cakir et al., 2009). 2017 წელს შემუშავებულ ახალ პროტოკოლში მოყვანილი შემოკლებული ნაკრების მიმართ (გავინ, დეოდარა, პროდუსენტ, ბელიტა, საფირ, ტალენტ) ქართული იზოლატების pw13, pw13N, pw14, pw15, pw16 და „თურქული“ იზოლატების რეაქციების შედარების საფუძველზე განისაზღვრა საქართველოში გავრცელებული პათოტიპი. კერძოდ, ორივე პოპულაციის მიმართ ჯიშ-დიფერენციატორები დეოდარა, პროდუსენტი, ტალენტი და საფირი აჩვენებდა მიმღებ რეაქციებს, ხოლო გავინი და ბელიტა - გამძლე რეაქციას. თუმცა ჯიშ-დიფერენციატორ დელკორაზე რეაქციის მიხედვით ხულოში იდენტიფიცირებული პათოტიპი განსხვავდება თურქული პათოტიპ 38 (Nevsehir)-გან (Cakir et al., 2009). შესწავლილი ქართული იზოლატების რეაქციის ტიპები არ ემთხვევა მსოფლიოში ფართოდ გავრცელებული პათოტიპების 1(D1), 2(G1), 6(O1) და 18(T1) რეაქციებს EPPO -ს დიაგნოსტიკური პროტოკოლის (2017) მიერ შემოთავაზებულ ჯიშ-დიფერენციატორთა მიმართ.

როგორც კვლევის შედეგებიდან ჩანს, საბოლოოდ რთული აღმოჩნდა საქართველოში გავრცელებულ კიბოს პოპულაციაში პათოტიპის იდენტიფიცირება, რადგან 2017 წლამდე არსებულ ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრებზე მიღებული

რეაქციის მიხედვით სრულიად ახალი პათოტიპი იდენტიფიცირდება, ხოლო 2017 წლის განახლებული ნაკრების რეაქციის მიხედვით გამოვლენილი პათოტიპი წააგავს თურქეთში გავრცელებულ პათოტიპს 38(Nevsehir).

Synchytrium endobioticum-ის პათოტიპების იდენტიფიცირებასთან დაკავშირებული სირთულებების და უხერხულობის შესახებ იმსჯელებს 2019 წლის ივლისში ნიდერლანდებში (ქ. ვაგენინგენი) ჩატარებულ კარტოფილის კიბოს ვორკშოპზე, სადაც ჰოლანდიელმა მკვლევარმა გ. ლიუვენმა ხაზგასმით აღნიშნა საერთაშორისო თანამშრომლობის და განსაკუთრებით, საერთაშორისო კონსენსუსის მიღწევის აუცილებლობა *S. Endobioitum* პათოტიპების იდენტიფიცირების პროცედურებთან დაკავშირებით (van Leeuwen, et al., 2019).

ცნობილია, რომ თეორიულად დიფერენციატორთა ნაკრებში დამატებითი ჯიშების ჩართვა უფრო მეტი პათოტიპების გამოვლენის საშუალებას მოგვცემს (Kernkamp, 1965). თუმცა, ეს გარკვეულწილად ართულებს ინტერლაბორატორიული კვლევებისას შეთანხმების მიღწევას (van Leeuwen, et al., 2019).

ვორკშოპზე შეჯამდა აქამდე ჩატარებული კვლევის შედეგები, გამოიკვეთა ნაკლოვანებანი და შემუშავდა მომავლი კვლევის მიმართულებები, კერძოდ: შემუშავდება ზოოსპორანგიების სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრის და პათოტიპთა იდენტიფიცირებისათვის მოლეკულური მეთოდოლოგიის სტანდარტები; მოხდება პათოტიპთა იდენტიფიცირების მიზნით ბიოტესტების სტანდარტიზაცია და კარტოფილის ჯიშების კიბოსადმი გამძლეობის შესწავლა მოლეკულური მარკერების გამოყენებით (NPPO, 2019).

აქამდე, კიბოს იზოლატების ვირულენტობის შესწავლა თითქმის ყველა ქვეყანაში ხორციელდებოდა კლასიკური სტანდარტული მეთოდებით, მიკროსკოპული ანალიზის გზით. დაახლოებით 5-6 წელია, რაც ზოგიერთ ქვეყანაში დაიწყო მოლეკულური ტექნოლოგიების (Real-time PCR, SNP, NGS sequencing) გამოყენება. ყველა ლაბორატორიაში ამის შესაძლებლობა ჯერჯერობით არ არის (van Leeuwen et al., 2019).

იმის გამო, რომ კიბოს გამომწვევი ობლიგატური პათოგენია, მისი გამოყოფა სუფთა კულტურაში შეუძლებელია. დღემდე ძალიან მწირია ცოდნა პათოგენის ვირულენტობის გენეტიკაზე და პათოტიპებს შორის გენეტიკური სხვაობის შესახებ

(Obidiegwu et al. 2014; Bonants et al. 2015). მაგრამ, ბოლო ხანებში ჩატარებული კვლევები, რომელთა მიზანი იყო პათოგენის შიგნით არსებული დიფერენციაციის შესწავლა ანუ პათოტიპებს შორის განსხვავების დადგენა მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდებით, გარკვეულწილად პასუხობს არსებულ კითხვებს. ბოლო უახლესი კვლევების (Busse et al. 2017) შედეგად შესწავლილი იქნა რამდენიმე პათოტიპის მიტოქონდრიალური გენომი სექვენირების მეთოდით და გამოვლინდა 3 გენეტიკური ჯგუფი: 1 ჯგუფში გაერთიანდა 1(D1), 39(P1) და 2(Ch1) პათოტიპები, 2(G1), 3(M1) და 6(O1) პათოტიპები გაერთიანდა მე- 2 ჯგუფში და 8(F1) და 18(T1) პათოტიპები - მე-3 ჯგუფში. მაგრამ არის ახალი პათოტიპები და შესაძლოა მომავალში კიდევ გამოჩნდეს ახალი პათოტიპები. აქედან გამომდინარე, ნიდერალანდებში ჩატარებულ ვორკშოპზე დაიგეგმა კიბოს მკვლევართა ქსელში ჩართული ქვეყნების, მათ შორის, საქართველოს ნიმუშების ანალიზი უახლესი ტექნოლოგიით.

3.5. კარტოფილის ინტროდუცირებული ჯიშების პირველადი შეფასება *S. Endobioticum* ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე

კარტოფილის კიბოს ადგილობრივი პოპულაციის მიმართ სხვადასხვა ქვეყნიდან შემოტანილი ჯიშების გამძლეობის დონის შეფასების მიზნით კვლევის განმავლობაში ჩატარებული იყო სათბურისა და საველე ცდები.

სულ გამოცდილი იყო 49 ჯიში. საველე ცდები ჩატარდა ხულოს რაიონის სოფელ სკვანასა და უჩხოში. ქოთნის ცდები მოეწყო სათბურში ხულოს რაიონის სოფელ დიდაჭარაში, სკვანაში, უჩხოსა და ძირკვაძეებში შეგროვილი ინფიცირებული ნიადაგის გამოყენებით.

3.5.1. ჯიშების შეფასება ს. სკვანაში გავრცელებული *S. Endobioticum* პოპულაციისადმი.

2017 წელს ხულოს რაიონის სოფელ სკვანაში კერძო პირის ნაკვეთზე მოწყობილ მინდვრის ცდაში, ბუნებრივ ინფექციურ ფონზე გამოცდილი იქნა 17 კარტოფილის ჯიში: ბრიზი, ლილეა, ულადარ, სკარბ, სატურნა, მარფონა, მარაბელ, აგრია, ლაურა, იმპალა, სილვანა, გლორიეტა, მესხური, ჯავახეთური, ესტრელა, ალვარა, პროვენტო. ცდა დავრგეთ მაისის დასაწყისში, ხოლო მოსავალი ავიღეთ სექტემბერში.

გამოცდილი ჯიშებიდან დაავადების მიმართ გამძლე აღმოჩნდა ჯიშები სილვანა და პროვენტო. 15 ჯიში (88.2%) დაავადების მიმართ იყო მიმღები (ცხრ. 32). ჯიშებზე

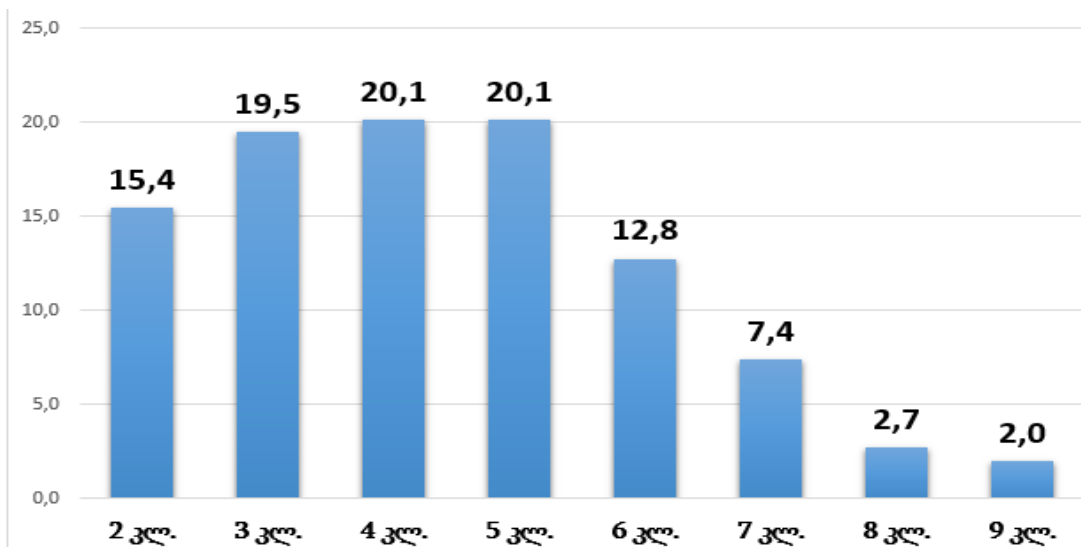
დაავადების გავრცელების ინტენსივობა 26.8-66.7%-ის ფარგლებში მერყეობდა. დაავადების ყველაზე დაბალი გავრცელება აღინიშნა ჯიმ სატურნაზე (26.8 %) ხოლო ყველაზე მაღალი - ჯიმ აგრიაზე (66.7%). ასევე, მაღალი გავრცელება იყო ჯიმებზე ლაურა, მარაბელ (55.6%), ალვარა (43.%), ჯავახეთური (40%), ულადარ (36%), გლორიეტა (39%), მესხური (36%), სკარბ (34.5) და ესტრელა (34%). ამასთან, დიდი ზომის (მე-6, 7, 8 და 9 კლასის) კორპები განვითარდა ჯიმებზე: მარფონა, სკარბი, ალვარა, სატურნა, ულადარ, ბრიზ, ლილეა, ესტრელა, აგრია, გლორიეტა, იმპალა.

ცხრილი 32. კარტოფილის ჯიმების რეაქცია კარტოფილის კიბოს მიმართ მიდნვრის ცდაში, სოფელი სკვანა

N	კარტოფილის ჯიმები	სულ ტუბერები	დაავადებული	დამზალი	დაავადების განვითარების ინტენსივობა, ბალი									რეაქციის ტიპი
					1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	
1	მარფონა	21	8		13	2		1	4		1			5 (S)
2	მარაბელ	13	5	1	7		5							3 (S)
3	ბრიზ	44	13		31	1	2		3	2	5			7 (S)
4	ლილეა	76	23		53	7	3	5	5	1	1	1		2 (S)
5	ულადარ	31	11		20		4	3	2	2				2 (S)
6	აგრია	6	4		2		1	2	1					4 (S)
7	იმპალა	52	16		36	2	4	5	3	2				4 (S)
8	ლაურა	9	5		6		3	1	1					3 (S)
9	სატურნა	71	19	1	52			3	4	6	1	2	1	6 (S)
10	სილვანა	69			69									1 (R)
11	გლორიეტა	23	9	16	14	2	3	1	2	1				3 (S)
12	მესხური	21	8	11	13	4	2	1	1					2 (S)
13	სკარბ	26	9			17			5	2	1	1		2(S)
14	ესტრელა	32	11		21	2			4	2	2	1		5 (S)
15	ალვარა	28	12		16		3	4	2	2	1			2 (S)
16	ჯავახეთური	20	8			3	2	2	1					2 (S)
17	პროვენტო	36			36									1 (R)

დაავადების განვითარების ინტენსივობის მიხედვით (დიაგრამა 3) დაავადებული ტუბერების 15,4 %-ზე გამოვლინდა მე-2 კლასის მიმღები რეაქცია (5 მმ ზომის პროლიფერაციული წარმონაქმნი), 19,5 %- მე-3 კლასის მიმღები რეაქცია (ორი ან სამი 5 მმ ზომის პროლიფერაციული წარმონაქმნი), 20, 1 % -მე-4 კლასის მიმღები რეაქცია

(რამდენიმე პატარა 5-10 მმ ზომის კიბო), 20,1 % -მე-5 კლასების მიმღები რეაქციები (რამდენიმე საშუალო >10 მმ ზომის კიბოს კორპი), 12,8 % მე-6 კლასის მიმღები რეაქცია (ტუბერების დეფორმაციის დასაწყისი რამდენიმე დიდი 10 მმ ზომის კიბოს კორპებით), 7,4 % -მე-7 კლასის მიმღები რეაქცია (10 მმ მეტი დიამეტრის კიბოს კორპი, სადაც ტუბერების წარმოქმნა იყო დარღვეული), 2,7 %- მე-8 კლასის მიმღები რეაქცია (ძალიან დიდი ზომის კიბო, სადაც ტუბერები ჯერ კიდევ ადვილად საცნობია), 2,0 % - მე-9 კლასის მიმღები რეაქცია (ძალიან დიდი ზომის კიბო, არ არსებობს ნორმალური ტუბერები).



დიაგრამა 3. დაავადების განვითარების ინტენსივობა (%) მიდნვრის ცდაში, სოფელი სკვანა

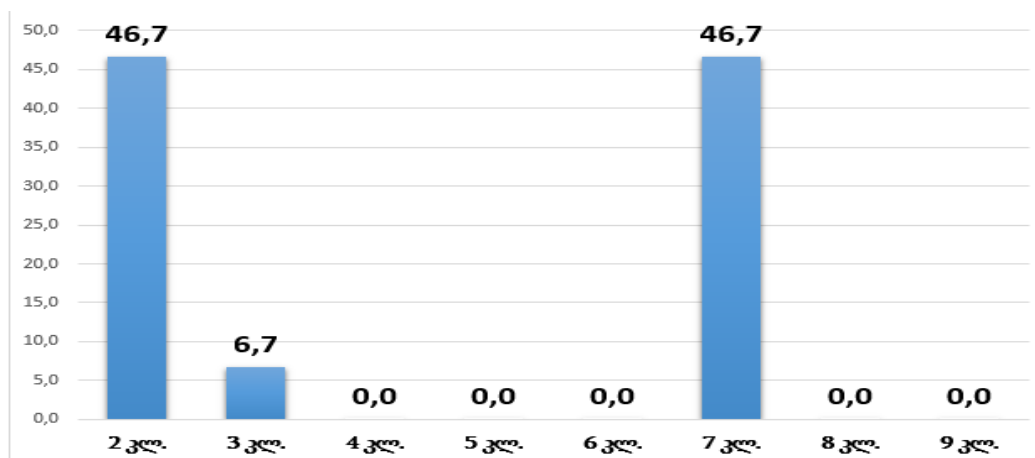
სოფელ სკვანის ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშების გამოყენებით ქოთნის ცდის დროს კარტოფილის 17 ჯიშის დაავადების მიმართ გამძლე აღმოჩნდა ჯიშები: ფაბულა, კატანია, კარდინია, ლეანდრა, მესხური წითელი, სილვანა, პროვენტო. 10 ჯიშში დაავადების მიმართ მიმღები იყო (ცხრ.33). კიბოს განვითარების ინტენსივობის შეფასებისას ტუბერებზე ნათლად ჩანდა 5 მმ და 10 მმ პროლიფერაციული წარმონაქმნები.

ცხრილი 33. კარტოფილის ჯიშების რეაქცია დაავადების მიმართ ქოთნის ცდის დროს, სოფ. სკვანა

კარტოფილის ჯიშები	ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების რაოდენობა	სკალა (1-9)

			1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	რეაქციის ტიპი
მარფონა	22	9	9	1	-	1	-	-	2	-	-	7 (S)
მარაბელი	7	3	4	1	-	-	-	-	2	-	-	7 (S)
არტემის	11	1	10	1	-	-	-	-	-	-	-	2 (S)
აგრია	16	3	13	3	-	-	-	-	-	-	-	2 (S)
არინდა	15	5	10	4	1	-	-	-	-	-	-	2 (S)
ფაბულა	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
ეუროპრიმა	7	3	4	-	-	3	-	-	-	-	-	4(S)
არნოვა	5	3	2	-	-	2	-	-	1	-	-	4 (S)
კატანია	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
კარდინია	17	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
ომეგა	6	1	5	-	-	-	-	-	1	-	-	7 (S)
არიზონა	7	1	6	1	-	-	-	-	-	-	-	2 (S)
ლენდრა	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
მესხური წითელი	7	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
საფია	11	2	9	-	-	-	-	-	2	-	-	7 (S)
სილვანა	17	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
პროვენტო	23	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)

დაავადების განვითარების ინტენსივობის შეფასების სკალის მიხედვით (დიაგრამა 4), დაავადებული ტუბერების 46,7% მიეკუთვნებოდა მე-2 კლასს (ერთი პროლიფერაცია (<5 მმ), 6,7 %- მესამე კლასს (ორი ან სამი 5 მმ ზომის პროლიფერაციული წარმონაქმნი), 46,7% - მე- 7 კლასს (რამდენიმე დიდი კიბო - 10 მმ და ტუბერების დეფორმაციის დასაწყისი).



დიაგრამა 4. დაავადების განვითარების ინტენსივობა (%) ქოთნის ცდაში, სოფელი სკვანა

3.5.2. ჯიშების შეფასება ს. უჩხოში გავრცელებული *S. Endobioticum* პოპულაციისადმი

2018 წელს ხულოს რაიონის სოფელ უჩხოში, კერძო ნაკვეთზე მოწყობილ მინდვრის ცდაში, ბუნებრივ ინფექციურ ფონზე გამოცდილი იქნა შემდეგი კარტოფილის ჯიშები: პეკარო, სპუნტა, რედ ფანტასი, ელ მუნდო, ლეანდრა, ანდრეა, კატანია, ჯელი, ფლორენტე, კარლიტა, კაპტივა, კარდინია, კორონადა, ნანდინა, პანამერა, მაგდა, არტემის, ფიგარო, ბერნადეტე, ეუროპრიმა, მარფონა, მარაბელ, ლილეა, აგრია, სატურნა, სილვანა, გლორიეტა, ჯავახეთური, მესხური, სკარბ, ბრიზ, ულადარ, ესტელა, ალვარა და პროვენტო. ცდა დავრგეთ მათის დასაწყისში, ხოლო მოსავალი ავიღეთ ივლისის ბოლოს. პირდაპირი შემოწმების შედეგად, 1 გ. ნიადაგში გამოვლინდა 5 სპორანგიუმი.

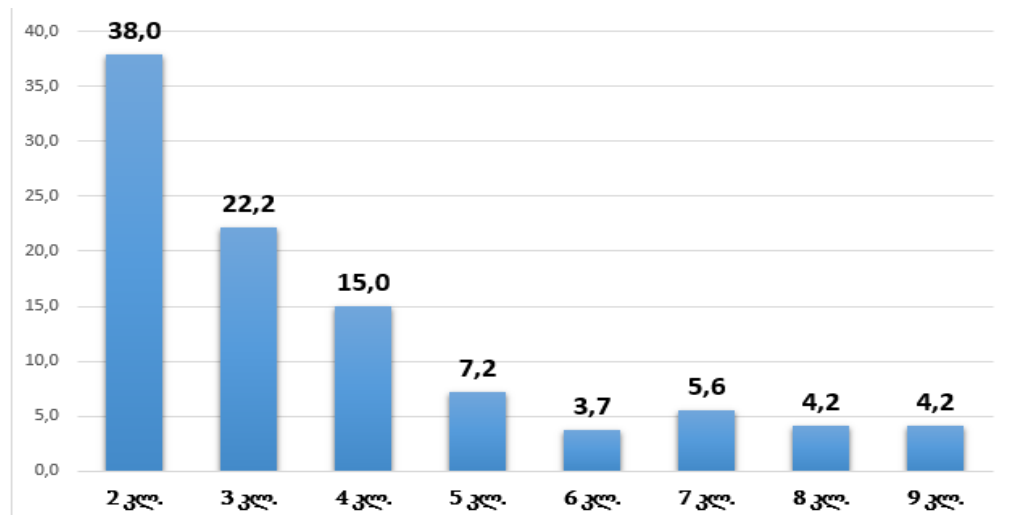
გამოცდილი კარტოფილის 35 ჯიშიდან დაავადების მიმართ გამძლე აღმოჩნდა 4 ჯიში: კარდინია, კატანია, ლეანდრა და პროვენტო. დანარჩენი 31 ჯიში კი დაავადების მიმართ მიმღები იყო (ცხრ. 34). დაავადების გავრცელება მერყეობდა 19.2-93%-ის ფარგლებში. დაავადების გავრცელების ყველაზე დაბალი გავრცელების ინტენსივობა აღირიცხა ჯიშ ანდრეაზე -19.2%, ხოლო ყველაზე მაღალი ჯიშ ეუროპრიმაზე (93.1%). კიბოს განვითარების ძალიან მაღალი ინტენსივობა ანუ მე-8 და მე-9 კლასის დიდი კორძები იქნა აღრიცხული ჯიშებზე: ეუროპრიმა, სკრაბი, ალვარა, ბერნადეტე, ფიგარო, კარლიტა, ფლორენტე, სატურნა, ულადარ და ჯავახეთური. პატარა(მე-4 კლასის) და საშუალო ზომის (მე-5 კლასის) კორძები იყო განვითარებული ჯიშებზე: მარფონა, ესტელა, სილვანა, მარაბელ, გლორიეტა, პანამერა, ნანდინა, კორონადა, კაპტივა, ჯელი, ანდრეა, ელმუნდო, სპუნტა, რედ-ფანტასი და პეკარო.

კიბოს განვითარების ინტენსივობის მიხედვით (დიაგრამა 5) დაავადებული ტუბერების 38 % მიეკუთვნებოდა მე-2 კლასს (5 მმ ზომის პროლიფერაციული წარმონაქმნი), 22,2%- მე-3 კლასს (ორი ან სამი 5 მმ ზომის პროლიფერაციული წარმონაქმნი), 15% - მე-4 კლასს (რამდენიმე პატარა 5-10 მმ ზომის კიბო), 7,2 %- მე-5 კლასს (რამდენიმე საშუალო >10 მმ ზომის კიბოს კორძი) 3,7 %- მე-6 კლასს (ტუბერების დეფორმაციის დასაწყისი რამდენიმე დიდი 10 მმ ზომის კიბოს კორძებით), 5,6 %- მე-7 კლასს (10 მმ მეტი დიამეტრის კიბოს კორძი, სადაც ტუბერების წარმოქმნა იყო დარღვეული), 4,2 %- მე-8 კლასს (ძალიან დიდი ზომის კიბო, სადაც ტუბერები ჯერ

კიდევ ადვილად საცნობია), 4,2 %- მე-9 კლასს (ძალიან დიდი ზომის კიბო, არ არსებობს ნორმალური ტუბერები).

ცხრილი 34. კარტოფილის ჯიშების რეაქცია კიბოს მიმართ მინდვრის ცდის დროს სოფელ უჩხოში

N	კარტოფილის ჯიშები	ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერებ.	დამზალი	გამძლეობის შეფასების სკალა (1-9)									რეაქციის ტიპი
					1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	
1	მარფონა	24	7		17	2	3						2	3 (S)
2	სილვანა	37	9	3	28	3	4	2						3 (S)
3	მარაბელი	13	5	1	7		5							3 (S)
4	ეუროპრიმა	15	14		1	8		3			2	1		2 (S)
5	ბერნადეტე	22	6	1	15	1	3				1		1	3 (S)
6	ფიგარო	40	10		30	3	4	1				1	1	3 (S)
7	აგრია	15	4		11		2	1	1					3(S)
8	არტემის	20	4		15	3	1							2 (S)
9	სპუნტა	12	3		2		2	1						3 (S)
10	ესტრელა	44	14		30	7	1	3	3					2 (S)
11	ალვარა	16	11		5	4	1	2	2			1	1	2 (S)
12	გლორიეტა	21	15		6	12	3							2 (S)
13	მაგდა	32	7		25		1	3	2	1				4 (S)
14	პანამერა	10	4		5	1	2	1						3 (S)
15	ნანდინა	16	7		9	2	3	2						3 (S)
16	კორონადა	8	8		-	8								2 (S)
17	კარდინია	39	0		39									1(R)
18	კაპტივა	22	6	3	13	3	1	2						2 (S)
19	კარლიტა	29	15		14	3			2			6	4	8 (S)
20	ფლორენტე	47	11		36	3	2	1	1			4		8 (S)
21	ჯელი	40	9		31	4	3	2						2 (S)
22	კატანია	6	0		6									1(R)
23	ანდრეა	26	5		20	3	2	1						2 (S)
24	ლევანდრა	33	0		33									1(R)
25	ელ მუნდო	32	7	1	24	3	2	2						2 (S)
26	რედფანტა სი	17	4		13	2	1	1						2 (S)
27	პეკარო	86	15	15	56	8	5	2						2 (S)
28	ლილეა	37	17	5	15	9	1			2	5			2 (S)
29	სკარბ	39	39			18				2	15		4	2 (S)
30	სატურნა	362	79	128	283	24	18	14	10	5		4	4	2 (S)
31	ბრიზ	321	49		272	19	13	12	2	3				2 (S)
32	ულადარ	69	24		45	11	5	4	2	2		1		2 (S)
33	ჯავახეთუ რი	23	18		5	7	6	1			1		3	2 (S)
34	მესხური	45	15		30	4	5	3	2	1				3 (S)
35	პროვენტო	165		8	157									1(R)



დიაგრამა 5. დაავადების განვითარების ინტენსივობა მიდნვრის ცდაში, ს. უჩხო

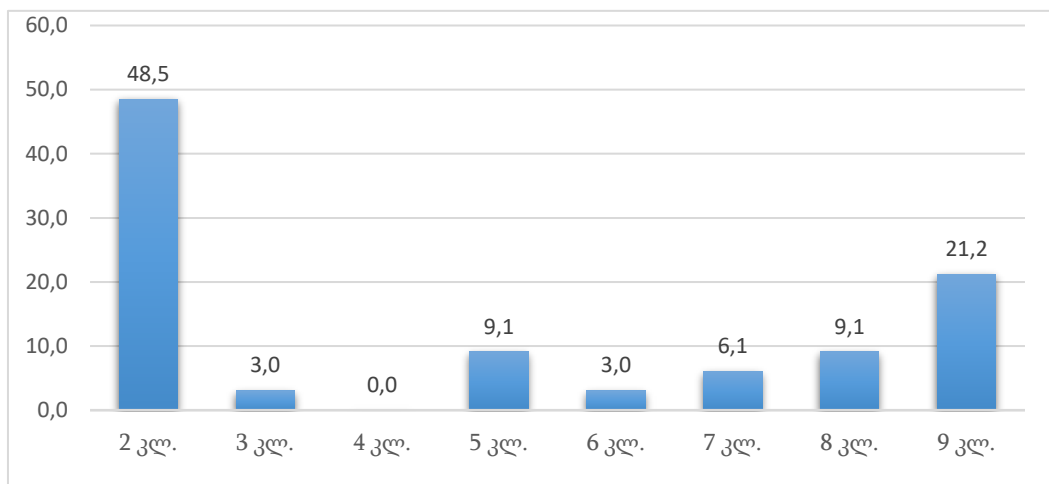
სოფელ უჩხო ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშების გამოყენებით ჩატარებული ქოთნის ცდის შედეგად კარტოფილის 16 ჯიშიდან დაავადების მიმართ გამძლე აღმოჩნდა 6 ჯიში: მესხური წითელი, სოფია, ლეანდრა, კარდინია, პროვენტო და არიზონა. 10 ჯიში დაავადების მიმართ მიმღები იყო (ცხრ. 35).

ცხრილი 35. კარტოფილის ჯიშების რეაქცია დაავადების მიმართ ქოთნის ცდის დროს, სოფ. უჩხო

N	კარტოფილის ჯიშები	ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების რაოდენობა	სკალა (1-9)									რეაქციის ტიპი	
				1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი		
1	სპუნტა	10	5	5							1	2	2	9(S)
2	არნოვა	24	7	17	3			3	1					5(S)
3	ფაბულა	16	4	12								1	3	9(S)
4	არტემისი	11	3	9	1								2	9(S)
5	ომეგა	12	6		1			2		3				2(S)
6	მესხური წითელი	11	0	11										R
7	სოფია	11	0	11										R
8	ლეანდრა	9	0	9										R
9	კარდინია	12	0	12										R
10	არიზონა	10	0	12										R
11	სილვანა	13	2	11	2									2(S)
12	არინდა	13	4	9	2	1					1			2(S)
13	აგრია	16	3	13		3								3(S)
14	მარაბელი	17	5	12	5									2(S)

15	მარფონა	22	9			3		2		4		8(S)
16	პროვენტო	19		19								1 (R)

დაავადების განვითარების ინტენსივობის შეფასებიდან გამომდინარე (დიაგრამა 6), სულ მიმღებ ჯიშებზე განვითარებული კორძების 40% მიეკუთვნებოდა I კლასს (გამძლე რეაქციის ტიპი), 34 %- მე- 2 კლასს (ერთი პროლიფერაცია (<5 მმ), 13 %- 7 კლასს (რამდენიმე დიდი კიბო - 10 მმ და ტუბერების დეფორმაციის დასაწყისი) და 13 % - მე-9 კლასს (ძალიან დიდი ზომის კიბო, ინდივიდუალური ტუბერები ჯერ კიდევ ადვილად საცნობია).



დიაგრამა 6. დაავადების განვითარების ინტენსივობა ქოთნის ცდაში, სოფელი უჩხო

5.3.3. ჯიშების შეფასება სოფელ დიდაჭარაში გავრცელებული *S.Endobioitum*

პოპულაციისადმი

ს. დიდაჭარის ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშების გამოყენებით ქოთნის ცდის დროს კარტოფილის 38 ჯიშიდან დაავადების მიმართ გამძლე აღმოჩნდა 4 ჯიში: სოფია, არიზონა, ფაბულა და პროვენტო, ხოლო 34 ჯიში აღმოჩნდა დაავადების მიმართ მიმღები (ცხრ. 36). დაავადების განვითარების ინტენსივობის სკალის მიხედვით (დიაგრამა 7) ჯიშების შემდეგნაირად დაჯგუფდა: ჯიშების 27,8% -ზე განვითარდა 5 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები (2 კლასი), 16,1 %-ზე - ორი ან სამი 5 მმ ზომის პროლიფერაციული წარმონაქმნი (3 კლასი) , 20%-ზე - რამდენიმე პატარა 5-10 მმ ზომის კიბო (4 კლასი), 17,8% - ზე - რამდენიმე საშუალო >10 მმ ზომის კიბოს კორძი (5 კლასი), 14, 2%-ზე განვითარებული იყო 2-3 მმ ზომის კიბოს პროლიფერაცია >10 მმ

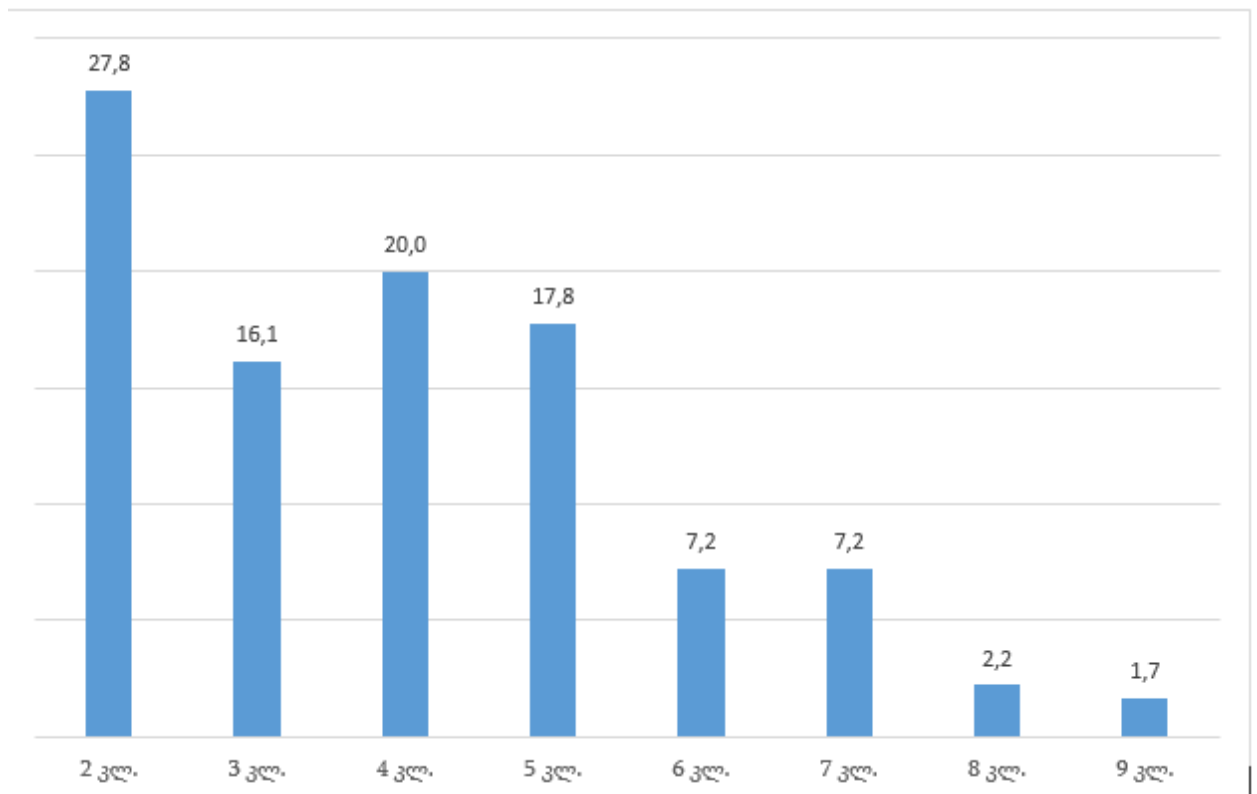
ზომის კიბოს კორძები და შეინიშნებოდა ტუბერების დეფორმაცია. ყველაზე დაბალი პროცენტული მაჩვენებლით (2,2% და 1,7 %) გვხვდებოდა კიბოვანი წარმონაქმნები, რომელთა ზომა აღემატება 15 მმ-ს (8 და 9 კლასი).

ცხრილი 36. კარტოფილის ჯიშების რეაქცია დაავადების მიმართ ქოთნის ცდის დროს, ს. დიდაჭარა

N	კარტოფილის ჯიშები	სულ ტუბერები	დაავადებულ	დაავადების განვითარების ინტენსივობა (1-9 კლასი)									რეაქციის ტიპი
				1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	
1	მარფონა	26	9	10	4	2			3	3	2		2 (S)
2	ნანდინა	19	7	12		4	1	1	1				3 (S)
3	გლორიეტა	13	7	6		4		1		2			3 (S)
4	ბერნადეტე	19	4	15	1		2	1	2				4 (S)
5	არნოვა	11	6	5		2	1	3					3 (S)
6	პეკარო	39	14	25	7		2	3		2			2 (S)
7	სოფია	13	0	13									1 (R)
8	აგრია	16	4	12		2	1	1					3 (S)
9	სპუნტა	22	7	15	3	2	1	1					2 (S)
10	პანამერა	25	5	20		1	3			1			4 (S)
11	არტემის	12	4	8	2	1	1						2 (S)
12	მილვა	11	7	11	2	1	1	1			1	1	2 (S)
13	ანალენა	21	5	16		2	1	1	1				3 (S)
14	ესტელა	18	5	13	1	3	1						3 (S)
15	არიზონა	7	0	7									1 (R)
16	მარაბელ	15	4	11	2	1	1						2 (S)
17	ეუროპრიმა	7	3	4		3							3 (S)
18	ფაბულა	25	0	25									1 (R)
19	კარუსო	13	5	8		1		2					2 (S)
20	ლაურა	7	2	5	2								2 (S)
21	სილვანა	12	2	10	2								2 (S)
22	ომეგა	20	8	12	4	3	1						2 (S)
23	ფინკა	30	7	23	6	1							2 (S)
24	ფიგარო	23	5	18	1	3	1						3 (S)
25	არინდა	11	8	3	4	2		2					4 (S)
26	სანტე	22	6	16			3			2		1	4 (S)
27	ჯელი	12	4	8	1	1	2						4 (S)
28	იმპალა	21	12	9	3	5	3		1				3 (S)
29	ალვარა	13	5	8	3	1	1						2 (S)
30	სატურნა	20	6	14	2	1	1				1	1	2 (S)
31	სკარბ	12	5	7	2	1	1	1					2 (S)
32	ბრიზ	18	8	10	2	2	3	1					4 (S)

33	ლილეა	20	11	9	4	3	2			2			2 (S)
34	ულადარ	17	6	11		2		3	1				5 (S)
35	მესხური წითელი	15	7	8		2	3	1	1				4 (S)
36	მესხური	18	6	12				3	2	1			5 (S)
37	ჯავახეთური	16	5	11			1	3	1				5 (S)
38	პროვენტო	28		28									1 (R)

ყველაზე დაბალი პროცენტული მაჩვენებლით (8,5% და 1,1 %) გვხვდებოდა კიბოვანი წარმონაქმნები, რომელთა ზომა აღემატებოდა 11 მმ-ს.



დიაგრამა 7. დაავადების განვითარების ინტენსივობა ქოთნის ცდაში, სოფელი დიდაჭარა

3.5.4. გარემო ფაქტორების გავლენა კარტოფილის კიბოს განვითარებაზე

როგორც ცნობილია, *S.Endobioticum* მსვენებარე სპორების განვითარება დამოკიდებულია გარემო ფაქტორებზე: ნიადაგის ტენიანობაზე, ტემპერატურასა და მჟავიანობაზე. ტენიანი, თბილი ამინდი და ხშირი წვიმები, განსაკუთრებით ტუბერების წარმოქმნის პროცესში, ხელს უწყობს კიბოს განვითარებას და გავრცელებას. სპორები ვითარდება, როცა ნიადაგის ტენიანობა 30-დან 95%-მდეა. საშუალო ნალექები 600-800მმ, ნიადაგის ოპტიმალურ ტენიანობად ითვლება 60-80%.

სოკოს განვითარებისათვის მინიმალური და მაქსიმალური ტემპერატურა, შესაბამისად, არის 5°C და 24°C, ხოლო ოპტიმალური ტემპერატურაა 15-18°C. დაავადებისთვის განსაკუთრებით ხელსაყრელია მცირე ორგანული ნივთიერებების შემცველი მსუბუქი ქვიშიანი ნიადაგი, ხოლო თიხნარი და ტალახიანი ნიადაგი კი - პირიქით (Fedotova, 1970; Kharitonova & Tarasova, 1971). კიბოს განვითარება იზღუდება ცხელი ზაფხულის განმავლობაში, როცა ივნის-აგვისტოს პერიოდში საშ.ტემპერატურა 19-21°C (Stachewicz and Enzian, 1998). სოკო განსაკუთრებით რეაგირებს ნიადაგის მჟავიანობაზე. მაღალი მჟავიანობისას, ზამთრის სპორები არ ვითარდება, მაგრამ არ კარგავენ ცხოველმოქმედებას. ამით აიხსნება მათი დიდი ხნით შენარჩუნება ნიადაგის 60-70 სმ სიღრმეზე, სადაც მჟავიანობა ნაკლებია და შემცირებულია ნიადაგის ტენიანობა.

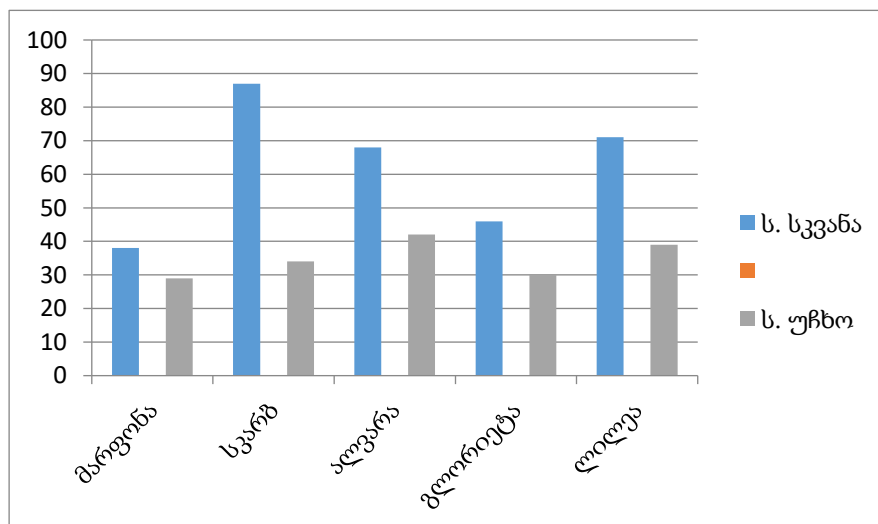
ხულოს მუნიციპალიტეტში ნოტიო კლიმატია, ზომიერად ცივი ზამთრისა და მოკლე ზაფხულით. საშუალო წლიური ტემპერატურაა 10,1°C, ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა – 1000 მმ. ძირითადად გავრცელებულია მთა-მდელოს და ტყის ყომრალი ნიადაგები მთა-მდელოს ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია მცირე სისქე, ძლიერი ხირხატიანობა და ორგანული ნივთიერებების დაგროვება დიდი რაოდენობით. ყომრალი ნიადაგები გამოირჩევიან საკმაოდ დიდი სისქით, საშუალო თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, კარგად გამოსახული ჰუმუსიანი ჰორიზონტით და სუსტი მჟავე არეს რეაქციით. მისი pH მაჩვენებელი 5,6-6,8 ფარგლებში მერყეობს (ქამადაძე, 2016; აჭარის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ანგარიში, 2018).

როგორც ვხედავთ, ხულოს კლიმატი ხელსაყრელია დაავადების განვითარებისთვის, თუმცა დაავადების განვითარების ინტენსივობა არ არის მაღალი, რაც ამ რეგიონისათვის დამახასიათებელი ისეთი გარემო ფაქტორებითაა განპირობებული როგორცაა ნიადაგების ტიპი, სტრუქტურა და ორგანული ნივთიერებების დიდი რაოდენობით შემცველობა.

დაავადების განვითარების ინტენსივობის დამოკიდებულება კლიმატურ ფაქტორებზე შეიძლება განვიხილოთ სკვანასა და უჩხოში ჩვენს მიერ ჩატარებული მინდვრის ცდების მაგალითზე. როგორც მე-13 და მე-14 ცხრილებიდან ჩანს, 2017 და 2018 წლებში, ტუბერების წარმოქმნის პერიოდში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა,

შესაბამისად, იყო 16.2 C° და 18.4 C°, ნალექები- 19.2მმ და 9.1მმ. კერძოდ, ს. სკვანაში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა იყო 8 C°, ხოლო უჩხოში - 12 C°. შესაბამისად, სკვანაში, სადაც უფრო ხელსაყრელი კლიმატური პირობები იყო კიბოს განვითარებისთვის, დაავადების განვითარების ინტენსივობა და დაავადების ინდექსი რამდენიმე მიმღებ ჯიშზე უფრო მაღალი იყო - 60.8%, ვიდრე უჩხოში - 46.8%.

გარდა აღნიშნულისა, იგივე ცდის შედეგებიდან გამომდინარე (ცხრ. 32 და 34) შეგვიძლია ვიმსჯელოთ ს.სკვანასა და ს. უჩხოში გავრცელებული *Synchytrium endobioticum*-ის პათოტიპის აგრესიულობაზე, მიმღებ ჯიშებზე პათოგენის გავრცელების ინტენსივობის მიხედვით. ცნობილია, რომ რაც მეტია მიმღებ ჯიშებზე ინფიცირებული ტუბერების რაოდენობა, მით მეტია პათოგენის აგრესიულობა (Хютти, 2008). აღმოჩნდა, რომ ს.სკვანაში გავრცელებული *Synchytrium endobioticum*-ის პათოტიპი უფრო აგრესიულია, ვიდრე ს. უჩხოში გავრცელებული პათოტიპი, რადგან ს. სკვანას მინდვრის ცდაში მიმღებ ჯიშებზე კიბოს გავრცელების ინტენსივობა უფრო მაღალი იყო, ვიდრე ს. უჩხოს მინდვრის ცდაში, მიუხედავად გავრცელებული პათოტიპის ერთნაირი ვირულენტობისა. კერძოდ, სკვანასა და ს.უჩხოს მინდვრის ცდებში ჯიშებზე მარფონა, სკარბ, ალვარა, გლორიეტა, და ლილეა ინფიცირებული ტუბერების რიცხვი (%), შესაბამისად, იყო 38%, 87%, 68% 46%, 71% და 29%, 34%, 42%, 30%, 39% (დიაგრამა 8).



დიაგრამა 8. კიბოთი ინფიცირებული ტუბერების რიცხვი (%), მიმღებ ჯიშებზე მინდვრის ცდებში

3.5.5. შედეგების განხილვა

როგორც 37-ე ცხრილი გვიჩვენებს, ყველა გამოსაცდელი ჯიში არ იყო ჩართული ყველა ჩატარებულ ცდაში სათესლე მასალის უკმარისობის გამო. სკვანას, უჩხოსა და დიდაჭარის პოპულაციის მიმართ სხვადასხვა მეთოდით კარტოფილის ჯიშების შეფასებისას, ყველა ცდაში მიმღები რეაქცია გამოავლინა გამოცდილი ჯიშების დიდმა უმრავლესობამ: მარფონა, მარაბელ, სკარბ, სატურნა, ბრიზ, ულადარ, ესტრელა, ალვარა, აგრია, არტემის, ლილეა, იმპალა, ლაურა, არნოვა, გლორიეტა, არინდა, სპუნტა. ჯიშები ფიგარო, ბერნადეტე, პანამერა, ნანდინა, ჯელი, პეკარო და ჯავახეთური დიდაჭარის და უჩხოს პოპულაციისადმი იყო მიმღები, ხოლო სკვანაში ისინი არ გამოცდილა. ჯიშები მაგდა, კორონადა, კაპტივა კარლიტა, ფლორენტე, ელმუნდო, ანდრეა, რედ-ფანატასი მიმღები იყო უჩხოს მინდვრის ცდაში. ჯიშებმა ფინკა, სანტე და მილვა მიმღები რეაქცია აჩვენა დიდაჭარის ქოთნის ცდაში. კარტოფილის ჯიშებმა: სილვანა, არიზონა, ფაბულა, ომეგა და სოფიამ აჩვენეს გასხვავებული რეაქციები მინდვრისა და ქოთნის ცდების დროს.

ცხრილი 37. კარტოფილის ჯიშების რეაქცია კარტოფილის კიბოს მიმართ

N	ჯიშები	ქოთნის ცდა დიდაჭარა (2016)	მინდვრის ცდა სკვანა (2017)	ქოთნის ცდა სკვანა (2018- 19)	მინდვრის ცდა უჩხო (2018)	ქოთნის ცდა უჩხო (2018- 19)
1	მარფონა	S	S	S	S	-
2	სილვანა	S	R	R	S	S
3	მარაბელ	S	S	S	S	S
4	ეუროპრიმა	S	-	S	S	-
5	ბერნადეტე	S	-	-	S	-
6	ფიგარო	S	-	-	S	-
7	აგრია	S	S	S	S	S
8	არტემის	S	-	S	S	S
9	სკარბი	S	S	-	S	-
10	ესტრელა	S	S	-	S	-
11	ალვარა	S	S	-	S	-
12	ომეგა	R	-	S	-	S
13	გლორიეტა	S	S	-	S	-
14	მაგდა	-	-	-	S	-
15	პანამერა	S	-	-	S	-
16	ნანდინა	S	-	-	S	-
17	კორონადა	-	-	-	S	-

18	კარდინია	-	-	R	R	R
19	კაპტივა	-	-	-	S	-
20	კარლიტა	-	-	-	S	-
21	ფლორენტე	-	-	-	S	-
22	ჯელი	S	-	-	S	-
23	სანტე	S	-	-	-	-
24	კატანეა	-	-	R	R	MR
25	ანდრეა	-	-	-	S	-
26	ლენდრა	-	-	R	R	R
27	ელმუნდო	-	-	-	S	-
28	რედფანტაზი	-	-	-	S	-
29	ლილეა	-	S	-	S	-
30	სკუნტა	S	-	-	S	S
31	პეკარო	S	-	-	S	-
32	სატურნა	S	S	-	S	-
33	ბრიზი	S	S	-	S	-
34	ულადარ	S	S	-	S	-
35	იმპალა	S	S	-	-	-
36	ლაურა	S	S	-	-	-
37	არნოვა	S	-	S	-	S
38	სოფია	R	-	S	-	R
39	ანალენა	S	-	-	-	-
40	არიზონა	R	-	S	-	R
41	ფაბულა	R	-	R	-	S
42	კარუსო	S	-	-	-	-
43	ფინკა	S	-	-	-	-
44	არინდა	S	-	S	-	S
45	მილვა	S	-	-	-	-
46	ჯავახეთური	S	-	-	S	-
47	მესხური	-	S	-	S	-
48	მესხური წითელი	R	-	R	-	R
49	პროვენტო	R	R	R	R	R

ჯიმ სილვანაზე აღირიცხა როგორც მიმღები (S), ასევე გამძლე რეაქციები (R). კერძოდ, დიდაჭარის ქოთნის ცდის დროს, ასევე უჩხოს საველე და ქოთნის ცდების დროს ჯიშმა აჩვენა მიმღები რეაქცია, ხოლო სკვანის საველე და ქოთნის ცდების დროს იყო დაავადების მიმართ გამძლე. **ჯიში ომეგა** დიდაჭარის ქოთნის ცდის დროს იყო გამძლე დაავადების მიმართ, მაგრამ იყო მიმღები სკვანასა და უჩხოს ქოთნის ცდების დროს. **ჯიში სოფია** „დიდაჭარის“ და უჩხოს ქოთნის ცდის შედეგების მიხედვით

გამძლე იყო, ხოლო „სკვანის“ ქოთნის ცდაში აჩვენა მიმღები რეაქცია. **ჯიში ფაბულა** „დიდაჭარის“ და სკვანის ქოთნის ცდის შედეგების მიხედვით გამძლე იყო, ხოლო უჩხოს ქოთნის ცდაში აჩვენა მიმღები რეაქცია. **ჯიში არიზონა** დიდაჭარისა და უჩხოს ქოთნის ცდების დროს გამძლე იყო, ხოლო სკვანის ქოთნის ცდის დროს - მიმღები.

ამრიგად, ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფელ დიდაჭარაში, უჩხოსა და სკვანაში გავრცელებული პათოტიპის მიმართ კარტოფილის ჯიშების პირველადი სკრინინგის შედეგების თანახმად მიმღები იყო ჯიშების უმრავლესობა (81.6%): მარფონა, სილვანა, სკარბ, ესტრელა, ალვარა, მარაბელ, ეუროპრიმა, ბერნადეტე, ფიგარო, აგრია, არტემის, გლორიეტა, პანამერა, ნანდინა, ჯელი, სანტე, სპუნტა, პეკარო, სატურნა, ლილეა, ბრიზ, ულადარ, იმპალა, ლაურა, ფინკა, მილვა, მაგდა, კორონადა, კაპტივა, კარლიტა, რედფანტაზი, კარუსო, ფლორენტე, არინდა, არნოვა, ანდრეა, ელმუნდო, მესხური და ჯავახეთური.

ზოგიერთმა ჯიშმა (ომეგა, საფია, ფაბულა, არიზონა) აჩვენა რა განსხვავებული რეაქციები მინდვრისა და ქოთნის ცდების დროს, საჭიროა გაგრძელდეს მათი გამოცდა.

კიბოსადმი გამძლე რეაქცია გამოავლინეს ჯიშებმა : კარდინია, კატანია, ლეანდრა, პროვენტო და მესხური წითელი. საერთაშორისო კატალოგების მიხედვით ჩვენს მიერ გამორჩეული გამძლე ჯიშები შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდებიან:

კარდინია საადრეო ვეგეტაციის სასუფრე ჯიშია. ახასიათებს მაღალი მოსავლიანობა. ტუბერები ოვალური ფორმისაა, კანი და რბილობი ყვითელი ფერის. გამძლეა კარტოფილის ფიტოფტოროზის, კარტოფილის კიბოს (D1)) პათოტიპის და ჩვეულებრივი ქეცის მიმართ (EUROPLANT Pflanzenzucht GmbH, 2019)

კატანია საადრეო ვეგეტაციის გერმანული სასუფრე ჯიშია. ახასიათებს მაღალი მოსავლიანობა. ტუბერები მოგრძო ოვალური ფორმისაა, კანი ყვითელი ფერის და რბილობი კრემისფერი-მოთეთრო. გამძლეა კარტოფილის ცისტანი ნემატოდის (Ro1(9), ჩვეულებრივი ქეცისა და კარტოფილის კიბოს 1(D1) პათოტიპის მიმართ ((EUROPLANT Pflanzenzucht GmbH, 2019).

ლეანდრა საშუალო საადრეო ვეგეტაციის გერმანული საქარხნე ჯიშია. ახასიათებს მაღალი მოსავლიანობა. ტუბერები მოგრძო ოვალური ფორმისაა, კანი ყვითელი ფერის და რბილობი ღია ყვითელი. გამძლეა კარტოფილის ცისტანი ნემატოდის

(Ro1(9), ჩვეულებრივი ქეცისა და კარტოფილის კიბოს 1(D1) და 6(01)პათოტიპების მიმართ (EUROPLANT Pflanzenzucht GmbH, 2019).

მესხური წითელი საგვიანო ვეგეტაციის ჯიშია. ხასიათდება ადგილობრივ გარემო-პირობებთან ადაპტაციის მაღალი უნარით. ტუბერები ოვალურ წაგრძელებულია, კანი წითელი შეფერილობის, რბილობი ყვითელი ფერის. გააჩნია მაღალი რეზისტენტობა ფიტოფტოროზის მიმართ (მცენარეთა და ცხოველთა ახალი ჯიშების დაცვის ოფიციალური ბიულეტენი, 2012).

პროვენტო ჰოლანდიური სელექციის, საშუალო საადრეო ვეგეტაციის, სასუფრე ჯიშია. ახასიათებს მაღალი მოსავლიანობა. ტუბერები ოვალური ფორმისაა, კანი მოთეთრო მოყვითალო შეფერილობის, რბილობი ღია ყვითელი ფერის. გამძლეა კარტოფილის ფიტოფტოროზის, A და X ვირუსების მიმართ (THE EUROPEAN CULTIVATED POTATO DATABASE, 2010)

ლიტერატურული წყაროების ანალიზის შედეგად აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთი ჯიშის კიბოსადმი რეაქცია ემთხვევა სხვა ქვეყნებში ჩატარებული კვლევის შედეგებს. მაგალითად, 1(D1) მიმართ გამძლე ჰოლანდიური ჯიში მარფონა, მარაბელ, მილვა, ჯელი, სპუნტა, სანტე და აგრია მიმღები იყო როგორც ჩვენს ცდებში, ისე თურქეთში (Gunacti and Erkilic, 2010). გერმანული გამძლე ჯიშები ლეანდრა და კატანეა კი გამძლე აღმოჩნდა ჩვენს ცდებშიც. ჩვენს მიერ გამოცდილი ჯიშების დიდი უმრავლესობა, რომელთაც კატალოგების მიხედვით 1(D1) პათოტიპისადმი გამძლეობა ახასიათებთ სადისერტაციო ნაშრომის ფარგლებში ჩატარებული ცდების შედეგად მიმღები აღმოჩნდა.

გარდა ამისა, პირველადი სკრინინგის შედეგად გამოვლენილი კიბოსადმი გამძლე კარტოფილის ჯიშები საჭიროებს გამძლეობის ხარისხის დონის დამატებით შეფასებას მკაცრ ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე ლაბორატორიული მეთოდების გამოყენებით გამომდინარე საერთაშორისო სტანდარტისა, რომლის თანახმად, დაავადებისადმი ჯიშთა გამძლეობის შეფასების ჩატარება აუცილებელია 4 წლის განმავლობაში, აქედან, 2 წლის მანძილზე ხორციელდება წინაწარი შეფასება ლაბორატორიულ პირობებში და მომდევნო 2 წელს - სახელმწიფო გამოცდა მინდვრის პირობებში მაღალ ინფექციურ ფონზე.

გამონაკლისს წარმოადგენს ჰოლანდიური ჯიში პროვენტო, რომელიც ლაბორატორიული ცდებში იყო ჩართული ჯიშ-დიფერენციატორებთან ერთად და იგი გამძლე აღმოჩნდა. თუმცა იგი საჭიროებს საქართველოს სხვადასხვა აგროეკოლოგიურ პირობებში გამოცდას სამეურნეო მახასიათებლების შესწავლის მიზნით. კვლევის შედეგად გამორჩეული გამძლე ჯიშების წარმოებაში გატანა არ არის რეკომენდებული კიბოთი ინფიცირებულ ადგილებში. მაგრამ შეიძლება მათი გამოცდა ბუფერულ ზონებში.

როგორც ჩვენი კვლევის შედეგებიდან ჩანს, არსებობს გარკვეული პრობლემები ჯიშების გამძლეობის შეფასებისას და ამას მრავალი მიზეზი აქვს: არასტანდარტული ინოკულუმის გამოყენება, ბიოტესტების ნაკლოვანი მხარეები, გენოტიპების გამოსაცდელად საჭირო 4-5 წლიანი პერიოდი, ჯიშ-დიფერენციატორთა უნიფიცირებული ნაკრების არარსებობა და შესაბამისად, სხვადასხვა კვლევის შედეგების სირთულე.

როგორც ცნობილია, სელექცია გამძლეობაზე დაფუძნებულია კარტოფილის ჯიშების გამძლეობის გენებსა და კიბოს პათოტიპთა შორის ძალიან რთულ ურთიერდამოკიდებულებაზე. კიბოს მიმართ გამძლე ჯიშების გამოყვანის მიზნით სელექცია დაწყებული იყო 100 წლის წინ და განსაკუთრებით წარმატებული იყო პათოტიპ 1(D1)-ისადმი გამძლე ჯიშების სელექცია (Obidiegwu et al. 2014), მაგრამ იგივე არ შეიძლება ითქვას სხვა პათოტიპებთან მიმართებაში, რომლებიც გამოვლენილი იქნა 1940 წლის შემდგომ პერიოდში (Baayen et al. 2005). დღეისათვის საკმაოდ ბევრია სხვადასხვა სელექციის ჯიში, რომელიც გამძლეა პათოტიპ 1(D1)-სადმი. მაგრამ დანარჩენი პათოტიპებისადმი გამძლე ჯიშების რიცხვი ძალიან მწირია.

კარტოფილის კიბოსადმი ჯიშთა გამძლეობის შეფასების მეთოდიკა ჯერ-ჯერობით თითქმის არ არის სტანდარტიზებული, მაგრამ მიმდინარეობს მუშაობა აღნიშნულის გამოსასწორებლად. მაგალითად, გერმანიაში მიმდინარეობს კვლევები სხვადასხვა პათოტიპებისადმი გამძლეობის განმაპირობებელი მოლეკულური მარკერების ძიების მიმართულებით (Reckwell et.al., 2019). ამჟამად მხოლოდ 1(D1)-ისადმი გამძლეობის გენი Avr-sen1 არის იდენტიფიცირებული (van de Vossenber, et al., 2019). თანამედროვე ტექნოლოგია მოლეკულური მარკერების გამოყენებით აქამდე არსებულ კითხვით ნიშნებს მოხსნის და მიღებული შედეგები ჯიშის გამძლეობის თაობაზე

ბევრად სარწმუნო გახდება. მოსალოდნელია, რომ კიბოსადმი გამძლეობის სელექციაში სპეციფიური მოლეკულური მარკერების გამოყენება და მემკვიდრეობით თაობათა ანალიზი გაადვილებს სელექციურ პროცესს ანუ არ იქნება საჭირო დიდი რაოდენობის საწყისი სასელექციო მასალის ანალიზი. ახალი ტექნოლოგია საშუალებას მოგვცემს არსებულ გამძლეობის წყაროებიდან საკვლევად გამოვარჩიოთ მხოლოდ რამდენიმე გენოტიპი შემდგომი მუშაობისთვის. კიბოს კონტროლის მიმართულებით წარმატების მისაღწევად საჭიროა სელექციაში გამოყენებული არა მარტო მთავარი გენები, არამედ გენტა კომბინაცია (van de Vossenber, et al., 2019).

დასკვნები

1. კარტოფილის კიბო შეზღუდულად არის გავრცელებული საქართველოში.
2. კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალი მოიცავს ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებს.
3. კარტოფილის კიბოს გავრცელებისა და განვითარების ინტენსივობა მერყეობდა დაავადების გავრცელების ადგილისა და ჯიშის მიხედვით.
4. კარტოფილის კიბოს გავრცელების ადგილებში ნიადაგის მიკროანალიზის შედეგების თანახმად ნიადაგის ინფიცირების ხარისხი ხულოს მუნიციპალიტეტში ძირითადად დაბალი იყო : 1 გრ ნიადაგში -პათოგენის 1-5 სპორანგიუმი.
5. ნიადაგის ინფიცირების ყველაზე მაღალი ხარისხი დაფიქსირდა მესტიის რაიონის სოფელ უშგულში და ხულოს რაიონის სოფლებში: სკვანა, რაქვთა და დიოკნისი.
6. ხულოს რაიონში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს პოპულაციაში იდენტიფიცირებული იქნა ახალი პათოტიპი, რომელიც მსგავსია თურქეთში გავრცელებული პათოტიპ 38(Nevsher)-ის.
7. მესტიის რაიონის ს. უშგულში ინდენტიფიცირებულია პათოტიპი 2(G1).
8. კვლევის შედეგად ხულოსა და მესტიაში დადგენილია კარტოფილის კიბოს საკარანტინო ზონები
9. კვლევის შედეგად გამორჩეული იქნა კიბოსადმი გამძლე ჯიშები: მესხური წითელი, კარდინია, კატანეა, ლეანდრა და პროვენტო.

რეკომენდაციები

1. რეკომენდებულია გაგრძელდეს საქართველოში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს მონიტორინგი;
2. აუცილებელია გაგრძელდეს კარტოფილის კიბოს პოპულაციის შიდასახეობრივი სტრუქტურის შესწავლა მოლეკულური მარკერებით;
3. რეკომენდებულია გაგრძელდეს კვლევის შედეგად გამორჩეული გამძლე ჯიშების სამეურნეო მახასიათებლების შესწავლა;
4. კვლევის შედეგების გამოყენებით აუცილებელია კარტოფილის კიბოს გავრცელების ადგილებში შესაბამისი საკარანტინო ფიტოსანიტარული ღონისძიებების გატარება დაავადების გავრცელების აღკვეთის მიზნით.

13. ხარხელი, თ. (2012). კარტოფილის ტრაქეომიკოზური ჭკნობა და მის წინააღმდეგ ბრძოლის ეკოლოგიურად უსაფრთხო ღონისძიებების შემუშავება. სადოქტორო დისერტაცია. თბილისი, საქართველო: საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი.
14. The National Plant Protection Organization of the Netherlands (NPPO) (2019). Potato wart disease workshop. The Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (NVWA).
<https://english.nvwa.nl/topics/national-plant-protection-organization-nppo/potato-wart-disease-workshop>
15. Alexopoulos , C., Mims , C., & Blackwell, M. (1996). Introductory mycology. New York: 4th edn, Wiley.
16. Ames, M., & Spooner , D. (2008). DNA from herbarium specimens settles a controversy about origins of the European potato. *Am. J. Bot*, 95: 252–257.
17. Anon. (1969). Council Directive 69/464/eeC on control of potato wart disease. *Off J eur Commun* L323/1.
18. APHIS, U. (2018). Potato Wart: A Fungal Disease of Tubers. United States Department of Agriculture.
https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/plant-pest-and-disease-programs/pests-and-diseases/nematode/potato/ct_potatowart-
19. Arnarson,, A. (2019). Potatoes 101: Nutrition Facts and Health Effects. Healthline.
<https://www.healthline.com/nutrition/foods/potatoes#nutrition>
20. Arya, K., Murphy, A., & Hampson, M. (1981). Ultrastructure and chemical analysis of the resting sporangium wall of *Synchytrium endobioticum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 3: 86-89.
21. AU-DAFF. (2011). National Diagnostic Protocol for Potato Wart, caused by *Synchytrium endobioticum*. NDP 16. Australian Government, Department of Agriculture, Fisheries and Forest, 17.
22. Baayen , R. (2004a). New pathotypes of the potato wart fungus *Synchytrium endobioticum* threaten Dutch potato production. *Gewasbescherming*, 160-167.
23. Baayen , R. (2004b.). Diagnostic protocols for regulated pests, *Synchytrium endobioticum*. *OEPP/EPPO Bulletin*, 213-218.
24. Baayen, R., Cochijs, G., Hendriks, H., Meffert, J., Bakker, J., Bekker, M., . . . van Leeuwen, G. (2006). History of potato wart disease in europe-a proposal for harmonisation in defining pathotypes. *European Journal of Plant Pathology*, 116 (1), 21-31.
25. Blattny , C. (1942). Vorlaufige Mitteilung iiber die Rassen des Kartoffelkrebsses, *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Sbornik Ceske Akademie Zemedelske*, 40-46.
26. Bojnansky , V. (1960b). Rozvov rakoviny zemiakov (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) v roznych podnych. typoch. *Biologia*, 211-217.
27. Bonants, P., van Gent-Pelzer, M., van Leeuwen, G., & van der Lee , T. (2015). A real-time TaqMan PCR assay to discriminate between pathotype 1(D1) and non-pathotype 1(D1) isolates of *Synchytrium endobioticum*. *European Journal of Plant Pathology*, 143, 495–506.

28. Braun , H. (1942). Biologische Spezialisierung bei *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Zeitschr. Pflanzenkrank. u. Pflanzenschutz., 481-486.
29. Braun, H. (1959a). Ressenbildung des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum*). Kartoffelbau. Bd., 234-237.
30. Braun, H. (1959b). Die biologische Spezialisierung von *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Rostlinna Vyroba, 121-130.
31. Browning , I. (1995). A comparison of laboratory and field reactions of a range of potato cultivars to infection with *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Potato Res, 38:281–289.
32. Busse, F., Bartkiewicz, A., Terefe-Ayana, D., Niepold, F., Schleusner, Y., & Flath, K. (2017). Genomic and transcriptomic resources for marker development in *Synchytrium endobioticum*, an elusive but severe potato pathogen. *Phytopathology*, 107(3), 322-328.
33. CABI, & EPPO. (2015). *Synchytrium endobioticum*. [Distribution map]. CAB Direct. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153399804>
34. CABI, & EPPO. (2019). *Synchytrium endobioticum* (wart disease of potato). CABI Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/52315>
35. CABI. (2019 წლის 25 September). *Synchytrium endobioticum*. მოპოვებული Invasive Species Compendium: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/52315-დას>
36. CABI/EPPO. (1998). Distribution maps of quarantine pests for Europe (edited by Smith, I. M. and Charles, L. M. F.). CAB International Wallingford UK.
37. Cakir, E. (2005). First report of potato wart disease in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 584.
38. Cakir, E., & Demirci, F. (2017). A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. *BİTKİ KORUMA BÜLTENİ*, 57(4) : 415 – 422.
39. Çakır, E., Van Leeuwen,, G., Flath, K., Meffert, J., Janssen, W., & Maden, S. (2009). Identification of pathotypes of *Synchytrium endobioticum* found in infested fields in Turkey. *EPPO Bulletin*, 39: 175-178.
40. CFIA. (2012). *Synchytrium endobioticum* (Potato Wart or Potato Canker – Fact Sheet. Canadian Food Inspection Agency. <http://www.inspection.gc.ca/plants/plant-pests-invasive-species/diseases/potato-wart-or-potato-canker/fact-sheet/eng/1328022785626/1328024170617>
41. ChaoWei, B., & QiuLing, H. (2005). Integrated control technique of potato wart disease in Liupanshui of Guizhou province. *Chinese Potato Journal*, 19(6):369-370.
42. Cotton , A. (1916). Host plant of *Synchytrium endobioticum*. *Kew Roy Bot Gard Bull Misc Inform*, 272–275.
43. Curtis, K. (1921). The life-history and cytology of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.), Perc., the cause of wart disease in potato. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, 210: 409-478.

44. Dimitrova, L., Becheva, A., & Laginova, M. (2019). Pathotype identification of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Bulgaria and testing of potato varieties for resistance. Potato disease workshop (83. 6). Wageningen: NPPO.
45. Dimitrova, L., Laginova, M., & van Leeuwen, G. (2011). Occurrence of potato wart disease (*Synchytrium endobioticum*) in Bulgaria: identification of pathotype(s) present. EPPO Bulletin, 41: 195-202.
46. EPPO. (2014). PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo_databases/global_database
47. EPPO. (2019). EPPO A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests. European and Mediterranean Plant Protection Organization. https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A2_list
48. Esmarch, F. (1925). Nachtschattengewächse als Wirtspflanzen des Kartoffelkrebsspilzes (*Synchytrium endobioticum*). Angew. Bot., 108-120.
49. European Union. (2003). Act concerning the conditions of accession of the Czech Republic, the Republic of Estonia, the Republic of Cyprus, the Republic of Latvia, the Republic of Lithuania, the Republic of Hungary, the Republic of Malta, the Republic of Poland, the Republic of S. Official Journal of the European Union, 46. - 883 .
50. EUROPLANT Pflanzenzucht GmbH. (2019). Cardinia. https://www.europlant.biz/fileadmin/db_upload/Cardinia_english_2013_01.pdf
51. EUROPLANT Pflanzenzucht GmbH. (2019). Catania. https://www.europlant.biz/fileadmin/db_upload/Catania_E_2016-06.pdf
52. EUROPLANT Pflanzenzucht GmbH. (2019). Leandra. https://www.europlant.biz/fileadmin/db_upload/Leandra_E_2014-06.pdf
53. FAO. (2008). Potatoes, nutrition and diet. International Year of the Potato 2008. <http://www.fao.org/potato-2008/en/potato/factsheets.html>
54. FAO. (2014). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
55. FAOSTAT. (2019). <https://www.potatopro.com/world/potato-statistics>
56. Fedotova, T. (1970). Zones of potential distribution of the potato wart pathogen (in Russian, english summary). Byul vN 11 Zashchity rastenii, 15:15–17.
57. Forrest, W., Nutter, J., Paul, D., Rosalee, A., & Coelho Netto, A. (2006). Disease assessment concepts and the advancements made in improving the accuracy. European Journal of Plant Pathology, 115: 95–103.
58. Franc, G. (2007). Potato wart. APSnet Features <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/PotatoWart.aspx>
59. Frandsen, N. (1958). Züchtung auf Resistenz gegen Kartoffelkrebs. Handbuch der Pflanzenzüchtung, 83-88.

60. Fungorum, I. (2019). Record Details: *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival. <http://www.indexfungorum.org/Names/namesrecord.asp?RecordId=120395>
61. Gedz , S. (1957). Effect of manganese, boron, molybdenum and copper microelements on the rise of canker immunity in potatoes. Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine, 6:605–608.
62. Ghoghoberidze, S., Sikharulidze, Z., Meparishvili, G., Gorgiladze, L., Meparishvili, S., & Tsetskhladze , T. (2018). OCCURRENCE OF POTATO WART IN GEORGIA. Proceedings of the IX International Agricultural Symposium “Agrosym 2018” (გვ. 876-880). Jahorina, Bosnia-Herzegovina: East Sarajevo =Istočno Sarajevo : Faculty of Agriculture.
63. Gorgiladze, L., Meparishvili, G., Sikharulidze, Z., Natsarishvili , K., & Meparishvili, S. (2014). First report of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart in Georgia. New Disease Reports, 30:4.
64. Gottschling , W. (1961). Verbreitung der von der Rasse D1, abweichenden Krebsrassen in DDR. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst (Berlin)., 261.
65. Gunacti , H., & Erkiliç , A. (2013). DEVELOPING CONTROL STRATEGIES OF POTATO WART DISEASE (*SYNCHYTRIUM ENDOBIOTICUM*) IN TURKEY. ESci J. Plant Pathol, 76-83.
66. Gunacti, H., & Erkilic, A. (2013). Determination of variety reactions to potato wart disease in potato planting areas of nevsehir province, Turkey. I.Turk.Phytopathology, 39-44.
67. Hammarlund, C. (1915). Försök med utrotning av potatiskräfta. (*Synchytrium endobioticum* PERC.). Meddelande N:r 127 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Botaniska avdelningen.
68. Hampson , M. (1981). Infection of additional hosts of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of potato wart disease. 3. Tomato as an assay tool in potato wart disease. Can Plant Dis Surv, 61:15–18.
69. Hampson , M. (1996). A qualitative assessment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of wart disease of potato. Plant Dis, 80:779–782.
70. Hampson , M., & Coombes , J. (1985). Stress and stimulus modifications of disease severity in the wart disease of potato. Phytopath, 75:817–820.
71. Hampson , M., & Thompson, P. (1977). Quantitative method to examine large numbers of soil samples for *Synchytrium endobioticum*, the cause of potato wart disease. Plant Soil , 46:659–66.
72. Hampson, M. (1992). A bioassay for *Synchytrium endobioticum* using micropropagated potato plantlets. Canadian Journal of Plant Pathology, 14(4):289-292.
73. Hampson, M. (1993). History, biology and control of potato wart disease in Canada. Canadian Journal of Plant Pathology, 15 (4), 223-244.
74. Hampson, M. (1996). A qualitative assessment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of wart disease of potato. Plant Dis, 80:779–782.
75. Hampson, M. (თ. გ.). Sequence of events in the germination of the resting spore of *Synchytrium endobioticum*, European pathotype 2, the causal agent of potato wart disease. Canadian Journal of Botany, 64 (9): 2144-2150. DOI: 10.1139/b86-283.

76. Hampson, M., Yang, A., & Bal, A. (1994). Ultrastructure of *Synchytrium endobioticum* resting spores and enhancement of germination using snails. *Mycologia*, 733-740.
77. Hey, A. (1948). Die Biotypenforschung beim Erreger des Kartoffelkrebses *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Deutschland. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst* (Berlin).
78. Hey, A. (1950). Über die Verbreitung des Kartoffelkrebserregers *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. In den Ländern der Demokratischen Republik . *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst*.
79. Hey, A. (1953). Zur Biotypenfrage des Kartoffelkrebses. *Mitt. . Biol. Zentralanst. f. Land- u. Forstwirtschaft* (Berlin-Dahlem), 173-175.
80. Hey, A. (1957). Zur Rassenanalyse des Kartoffelkrebses *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Zeitschr. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz*, 452-457.
81. Hey, A. (1959). Die Kartoffelkrebsforschung in der Deutschen Demokratischen Republik und ihre praktische Auswertung. *Sb. CSAZV Rostlinna vyroba*, Prague, 59-68.
82. Hilli, A. (1932). The reasons of the spread of potato wart (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) in England and abroad (in Finnish, english summary). *valt Maatalouskoetiminna Julk*, 46:1-249.
83. Hooker, W. (1981). *Compendium of potato diseases*. St Paul: American Phytopathology Society, 125.
84. IPPC. (2012). New Reports of Potato Wart (*Synchytrium endobioticum*) in Prince Edward Island. IPPC Official Pest Report, No. CAN-24/1, No. CAN-24/1. . Rome, Italy: FAO.
85. IPPC. (2015). New Report of Potato Wart (*Synchytrium endobioticum*) in Prince Edward Island, Canada. PPC Official Pest Report, No. CAN-41/1. Rome, Italy: FAO.
86. IPPC. (2016). Information on Pest Status in the Republic of Lithuania in 2015. IPPC Official Pest Report, No. LTU-01/2. Rome, Italy: FAO.
87. Jeger, Michael, Bragard, Claude, Caffier, David, & Candresse. (2018). Pest categorisation of *Synchytrium endobioticum*. *EFSA Journal*.
88. Jöesting. (1909). The prevention and control of potato wart disease (in German). *Deut Landwirtsch Presse*, 36 (88): 941.
89. Kharitonova, Z., & Tarasova, V. (1971). Potato wart disease (in Russian). Kolos Publishers, Leningrad, USSR, 46.
90. Kohler, E. (1927). Methodische Bemerkungen zum Infektionsverfahren nach Spieckermann. *Fortschritte der Landwirtschaft*, 115-118.
91. Köhler E, E. (1931). Der Kartoffelkrebs und sein Erreger (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.). *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, 74:729-806.
92. Kritartha, S. (2019). *Synchytrium Endobioticum: Symptoms and Thallus Structure | Disease. Biology Discussion*. <http://www.biologydiscussion.com/fungi/synchytrium-symptoms-and-reproduction/46582>

93. Laidlaw, W. (1985). A method for the detection of resting sporangia of the potato wart disease (*Synchytrium*). *Potato Research*, 28, 223–232.
94. Langerfeld , E. (1984). *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. : zusammenfassende Darstellung des Erregers des Kartoffelkrebses anhand von Literaturberichten (German). Berlin: Parey [in Komm.].
95. Langerfeld , E. (1993). Pathotypen des Kartoffelkrebses [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] in den alten und neuen Bundesländern . *Gesunde Pflanzen*, 9-12.
96. Langerfeld, E. (1994b). Pathotypes of *Synchytrium endobioticum* in Germany. *OEPP/EPPO Bulletin*, 799-804.
97. Laurence , V., Gareth , H., & van den Bosch, F. (2017). *The Study of Plant Disease Epidemics*.
98. Leszczenko , P., & Roguski, K. (1959). The planting of wart disease immune potatoes in Poland. *Proceedings of the International Conference of potato wart disease, Prague. Annals of CAAS-Plant Production* , 32(6): 145–152.
99. List of countries by potato production. (2018). Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_potato_production
100. Malakhanova, E. (1998). Differential cultivars for aggressive pathotypes of *Synchytrium endobioticum* in Ukraine . *OEPP/EPPO Bulletin*, 579-583.
101. Malec, K. (1974). Investigations on the occurrence of new, highly virulent biotypes of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Biuletyn Instytutu Ziemiaka*, 131-135.
102. Malyuga, A., Konyaeva, N., Enina, N., Orlova, E., & Safonova, A. (2013). Cultivars adopted for different zones resistant to pathogens. *Zashchita i Karantin Rasteniï*, 29-31.
103. Melnik, P. (1998). wart disease of potato, *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. *EPPO Technical documents* 1032.
104. Mirzabekian , R., Sinitsina , N., & Belyakova , O. (1961). elaboration of a biological method for the control of potato wart (in Russian). *Agrobiologiya* , 4(130):566–572.
105. Moore , W. (1957). The breakdown of immunity from potato wart disease. *outlook of agriculture.*, 240-243.
106. Muller, W. (1967). Die Rassenanalyse bei *Synchytrium endobioticum*. *Art und Rassenproblem Pilzen*, 291-296.
107. Netherlands catalogue of potato varieties. (2011). Netherlands potato cultivation foundation. www.nivap.nl.
108. Nordin, K., & Kvist, M. (2008). *Potatiskräfta. Jordbruksinformation*.
109. Obidiegwu, J., Flath K, Gebhardt C., K., & Gebhardt, C. (2014). Managing potato wart: a review of present research status and future perspective. *Theor Appl Genet.* , 127:763–780.
110. OEPP/EPPO. (2004). Diagnostic protocols for regulated pests. *Synchytrium endobioticum*: PM 7/28(1). *EPPO Bulletin*, 34: 213-218.

111. OEPP/EPPO. (2017). PM 3/59 (3) *Synchytrium endobioticum*: descheduling of previously. OEPP/EPPO Bulletin, 47 (3), 366–368.
112. OEPP/EPPO. (2017). PM 7/28 (2) *Synchytrium endobioticum*. OEPP/EPPO Bulletin (, 47 (3), 420–440.
113. Olsen , O., & Nelson , G. (1964). Biotypes of potato wart in Newfoundland. *Nature*, 406.
114. Percival, J. (1910). Potato wart disease: the life history and cytology of *Synchytrium endobioticum*. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene*, 2 (25), 440-447.
115. Potocek , J. (1973). Studium možnosti existence odlisnych ras rakoviny brambor, *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. v ruznych oblastech CSSR. *Ochrana Rostlin*, 235-246.
116. Potocek , J. (1984). Rasy *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. v CSSR . *Ohrana Rostlin*, 249-258.
117. Potocek , J. (1984). Soucasny stav testovani a identifikace patotypu puvodce rakoviny brambor . *Zpravy UKZUZ -odbor karanteny a ochrany rostlin v Brne*, 249-258.
118. Potocek , J. (1991). dentification of new *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. pathotypes in Czech Republic. *Ochrana Rostlin*, 191-205.
119. Potocek, J. (1974). *Rakovina brambor a možnosti ochrany protini* . Stud. Zprava.
120. Potocek, J. (1977b). Results of a study of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. races in Czechoslovakia. EPPO Publications, 29-54.
121. Pratt , M. (1976). The relation between field and laboratory susceptibility of potato cultivars to wart disease. EPPO Bulletin, 6: 111-115.
122. Proudfoot , K. (1970). The present status of breeding varieties resistant to potato wart and golden nematode in New Foundland. *Proc. 4th trienn. Conf. EAPR.* , 139-140.
123. Proudfoot , K. (1971). Further observations on races of potato wart in Newfoundland. *Potato Research*, 232-233.
124. Proudfoot , K. (1977). Working party on potato wart disease. EPPO Publications, 55-56.
125. Proudfoot, K. (1976). Potato wart disease in Newfoundland . EPPO Bulletin, 225-229.
126. Przetakiewicz , J. (2008). ssesment of the resistance of potato cultivars to *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Per. In Poland. OEPP/EPPO Bulletin , 38(2):211-215.
127. Przetakiewicz, J. (2014). First Report of *Synchytrium endobioticum* (Potato Wart Disease) Pathotype 18(T 1) in Poland. *Plant Disease*, 98(5):688-688.
128. Przetakiewicz, J. (2015). he viability of winter sporangia of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. from Poland. *American Journal of Potato Research*, 92, 704–708.
129. Putnam, M., & Sindermann , A. (1994). Eradication of Potato wart disease from Maryland. *American Potato Journal*, 71, 743–747.

130. Reckwell , D., Chilla, F., Bartkiewicz , A., Terefe-Ayana, D., Meyer, M., Flath, K., . . . Debener , T. (2019). Development of Diagnostic Tools for Resistance Screening and Pathotype Differentiation. *Synchytrium endobioticum* workshop , 17.
131. Reigner , N. (2006). Potential chemical controls and crop protection industry contacts for recovery from establishment of select agent plant diseases in U.S. agriculture. Report from the Croplife Foundation Washington DC.
132. REPORT, N. 2. (2017). INVESTING AND INNOVATING FOR GROWTH EFFICIENCY THE FUTURE. USA: Nielsen Holdings plc.
133. Roach , W., Glynne, M., Brierley, W., & Crowther , E. (1925). Experiments on the control of wart disease of potatoes by soil treatment with particular reference to the use of sulphur. *Ann Appl Biol.* , 12:152–190.
134. Schilberszky , K. (1896). A new parasite causing potato wart disease (in German). *Ber Dtsch Bot Ges*, 14:36–37.
135. Sciences, S. U. (2018). REPORT: *Synchytrium endobioticum* – pathotypes, resistance of *Solanum tuberosum* and management . Sweden: Sveriges lantbruksuniversitet.
136. Singh , P., & Shekhawat, G. (2000). wart disease of potato in Darjeeling hills. *Technical Bulletin No 19*, 73.
137. Smith, I., C.A.B. International, & EPPO. (1997). Quarantine pests for Europe : data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization / prepared by CABI and EPPO for the European Union. Wallingford, Oxon, UK ; New York, NY, USA: CAB International in association with the European and Mediterranean Plant Protection Organization.
138. Stachewicz , H. (1978). Nachweis eines neuen Biotypen des Kartoffelkrebserregers *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in der DDR. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR*, 215.
139. Stachewicz , H. (1980). Identifizierung von Pathotypen des Kartoffelkrebserregers — *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. - mit Hilfe von Testsorten. *Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz*, 111.
140. Stachewicz , H. (2003). Bestimmung eines neuen Pathotypen des Kartoffelkrebserregers *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in den Niederlanden .
141. Stachewicz , H., & Langerfeld , E. (1998). *Synchytrium endobioticum*: on the history of potato wart in Germany. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft BerlinDahlem*, 335:38–62.
142. Stachewicz, H. (2002). Pathotyp 6 des Kartoffelkrebserregers in den Niederlanden. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes.*, 132.
143. Svobodová, I., & Gaar , V. (2019). The occurrence and testing method of *Synchytrium endobiticum* in the Czech Republic. *Potato wart workshop*.

144. Tarasova , V. (1969). Role of environment in the decay of warts and germination of zoosporangia of *S. endobioticum* on Potato. Byull vN 11 Zashchity rastenii, 1(13):42–44.
145. THE EUROPEAN CULTIVATED POTATO DATABASE. (2010). მოპოვებული Provento: <https://www.europotato.org/varieties/view/Provento-E-ღა5>
146. Ullrich , J. (1957). Physiologic Specialisacion of *Synchytrium endobioticum*. FAO Plant Protection Bull, 181-187.
147. Ullrich, J. (1958). Die physiologische Specialisierung von *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in der Bundesrepublik. Phytopathologische Zeitschrift. Bd. , 273-27.
148. Ullrich, J. (1959a). Die physiologische Spezialisierung von *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in der Bundesrepublik. Rostlinna Vyroba. Roc., 111-11.
149. Ullrich, J. (1959b). Die Prufingen von Kartoffelsorten und Kartoffelzuchtst ammenauf Resistenz gegeniiber den Biotypen des Kartoffelkrebserreger {*Synchytrium endobioticum*). Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst., 10-12.
150. USDA. (2007). Recovery Plan for Potato Wart Disease. USA.
151. van de Vossenberg , B., Brankovics, B., Nguyen, H., van Gent-Pelzer, M., Smith , D., Dadej , K., . . . van Leeuwen , G. (2019). The linear mitochondrial genome of the quarantine pest *Synchytrium endobioticum*; insights in the evolutionary history of an obligate biotroph. *Synchytrium endobioticum* workshop, 11.
152. van de Vossenberg, B., Prodhomme , C., van Arkel , G., & Bergervoet , M. (2019). Identification of the *AvrSen1* gene: towards molecular pathotyping. *Synchytrium endobioticum* workshop, 12.
153. van den Boogert, P., van Gent-Pelzer, M., Bonants, P., De Boer, S., Wander , J., & Levesque, C. (2005). Development of PCR-based detection methods for the quarantine phytopathogen *Synchytrium endobioticum*, causal agent of potato wart disease. *European Journal of Plant Pathology*, 113, 47–57.
154. van Leeuwen, C., Mentink , J., Meffert, J., Rosendahl , H., & van Rijswick, C. (2019). The role of the National Reference Centre, Wageningen in identification, collection maintenance and disease management of potato wart disease . *Synchytrium endobioticum* workshop , 7.
155. Vloutoglou, I., Eleftheriadis, E., van Leeuwen, G., & Sarigkoli, I. (2015). First report of potato wart disease caused by *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Greece: detection, impacts and pathotype identification. *Hellenic Plant Protection Journal*, 8(Special Issue):9.
156. Vloutoglou, I., Simoglou, K., Eleftheriadis, H., Kritikos, C., Tsirogiannis, D., & Sarigkoli, I. (2019). Potato varietal resistance cannot always reduce the impacts caused by the introduction of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. into a new area - the case of Greece. *Synchytrium endobioticum* workshop (გვ. 22). NPPO-NL.
157. Winkelmann , A. (1952). Biotypen des Kartoffelkrebserreger in Westdeutschland. achrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 140.
158. Winkelmann, A. (1953). Weitere Fundstellen von Biotypen des Kartoffelkrebserreger in West-Deutschland. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst*, 173-175.

159. Zakopal , J. (1958). A contribution to the question of races, otherwise biotypes of the potato cancer {*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) in Czechoslovakia . Rostlinna Vyroba.
160. Zelya, A., Mykhailo , P., & Solomiychuk, G. (2019). Wart Potato *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. impact on plant host. potato wart workshop.
161. Бордукова, М. (1950). Болезни и вредители картофеля . М.: Московский рабочий.
162. Галанова , Ц. (1964). Распространение и вредоносность возбудителя рака картофеля. Рак картофеля и меры борьбы с ним, 5-22.
163. Касперович , З. (1960). К биологии возбудителя рака картофеля *Synchytrium endobioticum*. Научная конференция по защите растений, 88-98.
164. Мельник , О., & Зея, А. (2001). Спосіб виділення зооспорангіїв збудника раку картоплі *synchytrium endobioticum* (schilb.) perc. з ґрунту. Patent number: 34865.
165. Мельник , П. (1999а). Перспективные ракоустойчивые сорта картофеля. Защита растений, 37-38.
166. OEPP/EPPO. (1999). EPPO Standard PM 3/59 (1) *Synchytrium endobioticum*: soil tests and descheduling of previously infested plots. OEPP/EPPO Bull, 29:225–231.
167. OEPP/EPPO. (1999). EPPO Standard PM 3/59 (1) *Synchytrium endobioticum*: soil tests and descheduling of previously infested plots. OEPP/EPPO Bull , 29:225–231.
168. Пидопличко , Н. (1957). О раке картофеля и мерах борьбы с ним. Материалы объединенной научной сессии секции земледелия и секции защиты растений ВАСХНИЛ.
169. Пидопличко , Н. (1959). Рак картофеля в Украинской ССР и борьба с ним. Rostlinna Vyroba, 47-58.
170. Салтыкова , Л. (1976). Расы возбудителя рака картофеля *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc, выявленные в СССР и ЧССР. Микология и фитопатология, 503-507.
171. Салтыкова , Л. (1983). Расы возбудителя рака картофеля и ракоустойчивость растений . Патологические новообразования у растений. - Черноголовка: ОИКФ АН СССР, 57-68.
172. Салтыкова , Л. (1988). Дифференциация патотипов возбудителя рака картофеля. ащита растений, 37-38.
173. Тарасова , В. (1978). Рак картофеля. Л.: Колос.
174. Федотова , Т. (1964). Характеристика биотипов возбудителя рака картофеля в горно-карпатской зоне СССР. Рак картофеля и меры борьбы с ним, 78-97.
175. Хижняк , П. (1957). К вопросу об изменчивости паразитизма возбудителя рака картофеля. Тезисы II совещания по раку картофеля и разработке мер борьбы с ним, 41-44 .
176. Хижняк , П. (1962). Об агрессивных расах возбудителя рака картофеля. Защита растений от вредителей и болезней, 51.

177. Хижняк, П. (1959). К вопросу об изменчивости паразитизма возбудителя рака картофеля картофеля. Рак картофеля, 25-29.
178. Хютти, А. (2008). Мониторинг Популяций Возбудителя Рака Картофеля И Выявление Источников Устойчивости. Диссертация. 205 стр.
179. Шариков, К. (1975). О поражении раком различных представителей семейства пасленовых. Проблемы онкологии и тератологии растений (Итоговый сборник Первого Всесоюзного совещания по проблеме патологических новообразований у растений). Л.: Наука.
180. Яковлева, В. (1963). Ракоустойчивость картофеля и паразитическая изменчивость возбудителя рака *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Автореферат диссертации, представленной на соискание кандидата сельскохозяйственных наук, 24.
181. Яковлева, В. (1963а). Использование диких и культурных форм в селекции на ракоустойчивость. Сборник материалов Всесоюзного совещания по координации научных исследований в области картофелеводства, 83-90.
182. Яковлева, В. (1964). Изменчивость паразитической активности *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. при развитии на устойчивых сортах. Рак картофеля и меры борьбы с ним, 98-108.
183. Яковлева, В. (1965). Об агрессивности возбудителя рака картофеля в СССР. Тезисы докладов IV Всесоюзного 207 совещания по иммунитету сельскохозяйственных растений. В сб.: Картофель, овощные культуры, зернобобовые культуры, подсолнечник, 59-61.
184. Яковлева, В. (1972). Агрессивные расы возбудителя рака картофеля, *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc, в СССР. Карантин растений (Методические указания), 29-32.
185. Яковлева, В. (1973). Расовый состав возбудителя рака картофеля в СССР. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений, 78-86.
186. Яковлева, В. (1966). Об агрессивности возбудителя рака картофеля. Защита растений, 51.