

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**

სპეციალობა - მცენარეთა დაცვა

აგრარულ მეცნიერებაში დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წადგენილი დისერტაცია

ავტორეფერატი

ბათუმი - 2019

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია სსიპ „ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის“ ტექნოლოგიური ფაკულტეტის აგროეკოლოგიისა და სატყეო საქმის დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

ზოია სიხარულიძე –ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი, ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის გამძლეობის გენეტიკის განყოფილების გამგე

შემფასებლები:

დიმიტრი კაცანტონის - სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული მკვლევარი, მცენარეთა სელექციისა და გენეტიკური რესურსების ინსტიტუტი, თერმი – თესალონიკი, 57001, საბერძნეთი

შაქრო ყანჩაველი-სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მცენარეთა ინტეგრირებული დაცვის კვლევითი დეპარტამენტის მთავარი სეციალისტი

ნოდარ ბერიძე- სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატი, ბსუ-ს ტექნოლოგიური ფაკულტეტის ასისტენტ პროფესორი

რუსუდან დავითაძე- ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი, ქალაქ ბათუმის N 18 საჯარო სკოლის დირექტორი

სადისერტაციო ნაშრომის დაცვა შედგება 2019 წ. 12 დეკემბერს, 15 სთ-ზე, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ტექნოლოგიური ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე.

მისამართი: ბათუმი, რუსთაველის/ნინოშვილის ქ. 32/35, აუდიტორია 534

სადისერტაციო ნაშრომის გაცნობა შესაძლებელია ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკასა და ამავე უნივერსიტეტის ვებგვერდზე.

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,

სოფლის მეურნეობის

აკადემიური დოქტორი, პროფესორი

შ. ლამპარაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა. კარტოფილი ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი საკვები კულტურაა საქართველოში. კარტოფილის პლანტაციების ძირითადი ნაწილი განლაგებულია დასავლეთ და სამხრეთ საქართველოს მაღალმთიან რაიონებში. საქართველოში კარტოფილის მოყვანა თითქმის არ ეყრდნობა ადგილობრივ სელექციას და თესლის წარმოებას. საქართველოში კარტოფილი შემოაქვთ სომხეთიდან, თურქეთიდან, ირანიდან, გერმანიიდან, ნიდერლანდებიდან. კარტოფილი დაახლოებით 20,000 ჰექტარზე მოჰყავთ. მისი უდიდესი მნიშვნელობის მიუხედავად, მოსავლიანობა ქვეყანაში კვლავ დაბალია და მერყეობს 8.3-12.5ტ/ჰა ფარგლებში. 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.

კარტოფილის დაავადებებს შორის მაღალი მავნეობით გამოირჩევა საკარანტინო დაავადება - კარტოფილის კიბო, რომელსაც იწვევს ნიადაგში გავრცელებული ობლიგატური ბიოტროფული სოკო - *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. პათოგენი შეტანილია EPPO-სა (ევროპისა და ხმელთაშუაზღვისპირა ქვეყნების მცენარეთა დაცვის ორგანიზაცია) და საქართველოს მცენარეთა საკარანტინო ობიექტების A2 ნუსხაში, როგორც შეზღუდულად გავრცელებული საკარანტინო ობიექტი. კარტოფილის კიბო მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში სამხრეთ ამერიკიდან გავრცელდა ინფიცირებული ტუბერებით. პირველად ევროპაში დაავადება მე-19 საუკუნის ბოლოს აღმოაჩინეს დიდ ბრიტანეთში. იგი მსოფლიოს 55 ქვეყანაში არის რეგისტრირებული, მათ შორის ჩვენს მეზობელ ქვეყნებშიც (რუსეთი, თურქეთი). საქართველოში კიბო პირველად 2009 წელს დააფიქსირეს ხულოს მუნიციპალიტეტის რამდენიმე სოფელში. მოგვიანებით კი დაავადების კერა აღმოჩენილი იქნა მესტიის მუნიციპალიტეტში.

დაავადებული კარტოფილის გაყიდვა ბაზარზე შეუძლებელია კიბოს პროლიფერაციული წარმონაქმნების გამო, რომლებიც ვითარდება მცენარის ვეგეტაციის განმავლობაში და აგრძელებს განვითარებას მოსავლის აღების შემდეგ პერიოდშიც. დაავადების განვითარების ხელსაყრელ პირობებში კიბოს მიერ გამოწვეულმა დანაკარგმა შეიძლება მიაღწიოს 50-100%. სოკოს მსვენებარე სპორანგიუმები არსებობენ ნიადაგში 20-50 წლის განმავლობაში და იწვევენ კარტოფილის ტუბერების დაავადებას.

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).

კარტოფილის კიბოს კონტროლი ძალიან რთულია სოკოს ბიოლოგიური თავისებურებებისა და სხვა გარემოებების გამო. იმისათვის, რომ მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი დაავადებების მიერ გამოწვეული დანაკარგები, აუცილებელია დროულად და ზუსტად იქნას იდენტიფიცირებული დაავადების გამომწვევი, შესწავლილი იქნას პათოგენის სხვადასხვა ბიოლოგიური მახასიათებელი, მავნეობის ხარისხი და შემუშავებული იქნას დაავადების კონტროლის ახალი ეფექტური საშუალებები.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოში გავრცელებული კარტოფილის კიბოს გამომწვევის *Synchytrium endobioticum*- ის პოპულაციის

გავრცელების არეალის, პათოგენის განვითარების თავისებურებების შესწავლა და დაავადების წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური საშუალებების შემუშავება. მიზნის მისაღწევად კვლევა განხორციელდა შემდეგი ამოცანების მიხედვით:

ამოცანა 1. კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალის, საკარანტინო ზონების და გავრცელება-განვითარების ინტენსივობის დადგენა;

ამოცანა 2. კარტოფილის კიბოს გამომწვევის *Synchytrium endobioticum*-ის იდენტიფიცირება კლასიკური და მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდების გამოყენებით;

ამოცანა 3. კარტოფილის კიბოს გამომწვევის *Synchytrium endobioticum*-ის პათოტიპთა იდენტიფიცირება ჯიშ- დიფერენციატორთა საერთაშორისო ნაკრების გამოყენებით;

ამოცანა 4. კარტოფილის ინტროდუცირებული ჯიშების შეფასება ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე კიბოსადმი გამძლე გენოტიპების გამორჩევის მიზნით.

სამეცნიერო სიახლე. საქართველოში პირველად განხორციელდა საკარანტინო დაავადების - კარტოფილის კიბოს შესწავლა, კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალის, გავრცელების და განვითარების დონის, დაავადების გავრცელების ადგილებში ნიადაგის ინფიცირების ხარისხის, საკარანტინო ზონების, ხულოსა და მესტიის რაიონში დაავადების კონკრეტულ კერებში დაავადების გამომწვევი სოკოვანი პათოგენის პათოტიპური შემადგენლობის დადგენა, ასევე კარტოფილის ჯიშების კიბოსადმი გამძლეობის დონის შეფასება.

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

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

- კარტოფილის კიბოს ვორკუპოპი, 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, ნოემბერი, 2018 წელი;
- სოფლის მეურნეობის მე-9 საერთაშორისო სიმპოზიუმი, იაროხინა, ბოსნია და ჰერცეგოვინა, 2018 წლის 3-6 ოქტომბერი.

სადისერტაციო ნაშრომის აპრობაცია ჩატარდა 2019 წლის 1 ოქტომბერს ბსუ-ს ტექნოლოგიური ფაკულტეტის აგროეკოლოგიისა და სატყეო საქმის დეპარტამენტის სხდომაზე (ოქმი N2).

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

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა. სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს ნაბეჭდ 135 გვერდს და შედეგება შესავლის, ლიტერატურის მიმოხილვის, კვლევის მეთოდების, კვლევის

შედეგებისა და განხილვისაგან, დასკვნების, რეკომენდაციებისა და გამოყენებული ლიტერატურისაგან. ტექსტში ჩართულია 37 ცხრილი, 8 დიაგრამა, 14 ფოტოსურათი, 2 რუკა.

დისერტაციის შინაარსი

I. ლიტერატურის მიმოხილვა

ნაშრომში გაანალიზებულია 186 ლიტერატურული წყარო, სადაც მიმოხილულია სადისერტაციო თემაზე არსებული ცოდნის მდგომარეობა, ძირითადი შედეგები და კონცეფციები კვლევის პრობლემასთან მიმართებაში.

II. კვლევის მასალები და მეთოდები

კვლევის ჩატარების ადგილი და პირობები. კვლევა განხორციელდა ლაბორატორიის, სათბურის და მინდვრის პირობებში. კვლევა ძირითადად განხორციელდა ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის გამძლეობის გენეტიკის განყოფილებაში, ნაწილობრივ ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დოქტორანტურის გრანტის № Ph.D_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 იდენტიფიკაციის მიზნით ჩატარებული კვლევის ნაწილი განმეორებული იქნა ჰოლანდიის მცენარეთა დაცვის ეროვნული ორგანიზაციის რეფერალურ ცენტრში (NPPO, the Netherlands).

კვლევის მასალას წარმოადგენდა ხულოს და მესტიის მინიციპალიტეტის სხვადასხვა სოფლებსა 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 ჰოლანდიურია, 22 ჯიში ბრიტანულია, 4 ჯიში ბელორუსული და 3 ჯიში საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის მიერ გამორჩეულია კარტოფილის კვლევის საერთაშორისო ცენტრის(CIP) სანერგეებიდან 2010-2012 წლებში.

კვლევის მეთოდოლოგია. 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 მავნე ორგანიზმებისთვის, PM 7/28, 2004;
3. OEPP/EPPO სტანდარტი: PM 7/28 (2) *Synchytrium endobioticum*, 2017.

კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალის, საკარანტინო ზონების და განვითარების ინტენსივობის დადგენის მიზნით კარტოფილის ნარგაობის ექსპედიციური გამოკვლევა განხორციელდა აჭარის, ქვემო ქართლის, სამცხე-ჯავახეთისა და სვანეთის მეკარტოფილეობის ძირითად რაიონებში როგორც მცენარის ვეგეტაციის და მოსავლის აღების, ისე მოსავლის შენახვის პერიოდში.

დაავადების გავრცელება (%) გეოგრაფიულად შერჩეულ კონკრეტულ რეგიონში გამოითვლებოდა 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 დაავადების გავრცელებაა 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.2), რომელშიც მოცემულია დაავადების განვითარების ხარისხი ტუბერებზე განვითარებული კორძების ზომის მიხედვით. 2016, 2017 და 2018 წლებში გამოკვლეულ ნაკვეთებზე 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.

კარტოფილის ნათესების გამოკვლევისას ხდებოდა დაავადებული ტუბერებისა და ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშების შეგროვება EPPO პროტოკოლის (PM 3/59, 1999) შესაბამისად. კიბოთი დაავადებული კარტოფილის ტუბერებისა და ნიადაგის ნიმუშების რეგისტრაცია ხორციელდებოდა ინსტიტუტის კულტურათა კოლექციის ჟურნალში დადგენილი წესის მიხედვით.

კარტოფილის კიბოს გამომწვევი პათოგენის იდენტიფიცირების მიზნით კიბოთი დაავადებული მცენარეული მასალა მოწმდებოდა ზაფხულისა და ზამთრის სპორანგიუმების არსებობაზე OEPP/EPPO პროტოკოლის PM 7/28 (2) შესაბამისად.

ნიადაგის ნიმუშებში პათოგენის სპორანგიუმების იდენტიფიკაცია და ნიადაგის ინფიცირების ხარისხის განსაზღვრა ხორციელდებოდა OEPP/EPPO სტანდარტის PM 7/28 შესაბამისად.

ზოგიერთი საექვო ნიმუშში კიბოს გამომწვევის იდენტიფიცირება განხორციელდა სპეციფიკური პჯრ-ის (PCR) გამოყენებით (Van der Boogert *et al.*, 2005).

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

კიბოს პათოტიკური სტრუქტურის დასადგენად გამოყენებული იქნა გლინ-ლიმერზალის, სპიკერმანის, ქოთნისა და მინდვრის ცდის მეთოდები და EPPO-ს მიერ 2004 და 2017 წლებში შემუშავებული, პროტოკოლებით რეკომენდებული კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორთა (გავინ, დეოდარა, პროდუსენტ, ბელიტა, დელკორა, ტალენტ, საფირ) საერთაშორისო ნაკრები.

სპიკერმანის ცდა. სპიკერმანის მეთოდს საფუძველად უდევს კიბოს კორძების ე.წ. „კომპოსტირება“ (სილისა და კიბოს კორძების ნარევი). 6-8 თვის შემდეგ კომპოსტი მზად იყო, რომელიც გამოყენებული იყო დაავადებისადმი მიმღები კარტოფილის ჯიშების (დეოდარა, მარფონა) ინოკულაციისათვის. 8 კვირიანი ინკუბაციის შემდეგ ინოკულირებული ტუბერები შევაფასეთ კიბოს არსებობაზე სპიკერმანის სკალის მიხედვით (ცხრ. 1). წარმოქმნილი კიბოს კორძები შემდგომში გამოვიყენეთ გლინ-ლიმერზალის ცდისათვის.

ცხრილი 1. სპიკერმანის სკალა

ტიპი 0	რეაქციას არ იძლევა
ტიპი -, ანუ 1	ადრეული თავდაცვითი ნეკროზი
ტიპი 2 ანუ P	გვიანი თავდაცვითი ნეკროზი
ტიპი 3 ანუ F	ძალიან გვიანი თავდაცვითი ნეკროზი
ტიპი 4 ანუ R	სუსტად მიმღები
ტიპი 5 ანუ მიმღები	I (2–3 მმ დიამეტრის)
	II (4–5 მმ დიამეტრის)
	III (6–7 მმ დიამეტრის)
	IV (8–10 მმ დიამეტრის)
	V (11–15 მმ დიამეტრის)
	X (16–20 მმ დიამეტრის ან უფრო დიდი)

გლინ-ლიმერზალის ცდა. გლინ-ლიმერზალის მეთოდს საფუძვლად უდევს კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორების ტუბერების თვლების არეში განვითარებული კვირტების ინფიცირება ზაფხულის სპორანგიუმების გამოყენებით. ცდა განხორციელდა სამჯერადი გამეორებით. 6 კვირიანი ინკუბაციის შემდეგ (18°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$)) დაავადების მიმართ ჯიშ-დიფერენციატორთა რეაქცია შევაფასეთ სპიკერმანის სკალის მიხედვით.

ქოთნის ცდა. სოფელ დიდაჭარის, სოფელ სკვანის, უჩხოს, მირკვაძეების და უშგულის 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 ($18-20^{\circ}\text{C}$) და ტენიანობის (70-85%) პირობებში. 100 დღის შემდეგ, ტუბერების ფორმირებისას მცენარეები ამოვიღეთ ქოთნებიდან და შევამოწმეთ კიბოს არსებობაზე. სპიკერმანის სკალის მიხედვით, კიბოს ფორმირებისას კარტოფილის ჯიშში ფასდებოდა როგორც დაავადებისადმი მიმღები (S), ხოლო კიბოს არწარმოქმნის შემთხვევაში, კარტოფილის ჯიშში ფასდებოდა როგორც დაავადებისადმი გამძლე (R).

მინდვრის ცდა. მინდვრის ცდები განხორციელდა 2017 წელს ს. სკვანაში (ზღვის დონიდან 1291 მ სიმაღლეზე, N41*32.875, E04*29.098) და 2018 წელს ს.უჩხოში (ზღვის დონიდან 1083 მ სიმაღლეზე, N41*40.969, E042*18513). კარტოფილის ჯიშების მიმღები და გამძლე რეაქციები კიბოს მიმართ შევამოწმეთ სტერეომიკროსკოპში და დაავადების განვითარების ინტენსივობა შევაფასეთ წარმოქმნილი კიბოს ზომისა და რაოდენობის მიხედვით (ცხრ.2).

ცხრილი 2. კარტოფილის კიბოს განვითარების ინტენსივობის აღწერითი სკალა (EPPO, 2004)

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.

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).

EPPO პროტოკოლის (PM 3/59 (3) და საქართველოს მთავრობის დადგენილება №305 მიხედვით ის ტერიტორია, სადაც ერთ მცენარეზე მაინც გამოვლინდება დაავადების ნიშნები ან ნიადაგში აღმოჩნდება პათოგენის, სულ მცირე - ერთი სიცოცხლისუნარიანი სპორანგიუმი, ცხადდება საკარანტინო ზონად და ხდება მისი დემარკაცია.

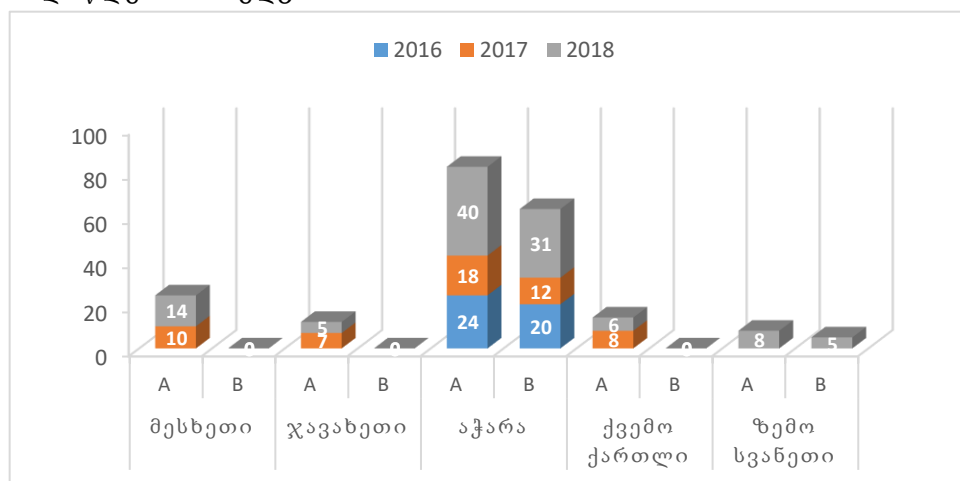
III. კვლევის შედეგები და განხილვა

1. პათოგენის გამოვლენა, დაავადების გავრცელებისა და საკარანტინო ზონების განსაზღვრა

კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალის შესწავლის მიზნით, ჩვენს მიერ 2016-2018 წლებში სისტემატურად 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). გამოკვლეული მინდვრები განლაგებული იყო ზღვის დონიდან 400-2100 მ. სიმაღლეზე. .

2016-2018 წლებში სულ 136 მინდორი იქნა გამოკვლეული საქართველოს ოთხ გეოგრაფიულ ზონაში. მათ შორის, 82, 20, 12, 14 და 8 მინდორი იქნა გამოკვლეული ხულოში, ახალციხეში, ახალქალაქში, მარნეულსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში.

64 და 5 მინდორი იყო ინფიცირებული, შესაბამისად, ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში. აქედან გამომდინარე, დაავადების გავრცელების ინტენსივობა ხულოში იყო 78% და მესტიაში - 62.5% (დიაგრამა 1). დაავადების გავრცელებისა და განვითარების ინტენსივობა ცალკეულ მუნიციპალიტეტში განსხვავდებოდა გამოკვლეული მინდვრების და წლების მიხედვით.



დიაგრამა 1. 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 . ხულოში 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 ინდექსი იყო 53.8%.

2018 წლის 8-9 ოქტომბერს გამოკვლეული იქნა კარტოფილის ნაკვეთები მესტიის მუნიციპალიტეტის ს. ლატალსა და უშგულში მოსავლის აღების პერიოდში. გარეგნული სიმპტომების მიხედვით კარტოფილის ტუბერებზე დაავადება მაღალი ინტენსივობით აღინიშნა ს.უშგულში, ხოლო ს. ლატალში ტუბერებზე კიბო არ დაფიქსირებულა. სოფელ უშგულში გამოვიკვლიეთ 5 კერძო ნაკვეთი. მესტიაში კიბოს გავრცელების საშუალო მაჩვენებელი იყო 30.3 ± 13.7 .

გარდა მცენარეული მასალისა, შეგროვებული იყო ნიადაგის ნიმუშები ხულოს რაიონის 42 სოფელში: ადაძეები, ალმე ქვედა ვაშლოვანი, ახალიუბანი, ბოძაური, ბელეთი, გელაძეები, გორგაძეები, გურძაული, დანისპარაული, დეკანაშვილები, დიაკონიძეები, დიდაჭარა, დიოკნისი, ვანაძეები, ვაშაყმაძეები, თხილვანა, ირემაძეები, მეზალაშვილები, მეკვიძეები, მთის მიწა, მინთაძეები, ნამონასტრევი, ოქრუაშვილები, კოჩალიძეები, რაქვთა, რიყეთი, სკვანა, ტუნაძეები, ტაბახმელა, უჩხო, ფაჩხა, ფუმკურაული, ქვედა ალმე, ქურდული, ღორჯომი, ყინჩაური, შუა სოფელი, ძმაგულა, წაბლანა, ჭერი, ძირკვაძეები, ჯოიძეები და მესტიის რაიონის ს. უშგულსა და ლატალში.

პათოგენის გამოვლენა მცენარეთა ნიმუშებში. 2016-2018 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. დაავადების სიმპტომები არ აღინიშნა ფესვზე და ფოთლებზე. პათოგენის არსებობა მცენარეულ ნიმუშებში განსაზღვრული იქნა მიკროსკოპული ანალიზისა და სპეციფიკური პჯრ-ის საშუალებით. მიკროსკოპული ანალიზისას ნათლად განირჩეოდა კიბოს კორძებში წარმოქმნილი თხელკედლიანი და გამჭვირვალე ზაფხულის სპორანგიუმები და ოქროსფერ-ყავისფერი, ოვალური ფორმის, 50 მკმ დიამეტრის, უსეპტო, სქელკედლიანი ზამთრის სპორანგიუმები. პჯრ-ის შედეგად მივიღეთ *Synchytrium endobioticum* -ის რეფერალური იზოლატის დნმ-ის ბენდის ზომის შესაბამისი 472 bp ფრაგმენტი.

პათოგენის გამოვლენა ნიადაგის ნიმუშებში და ნიადაგის ინფიცირების ხარისხის განსაზღვრა. ნიადაგის ინფიცირების ხარისხის დადგენის მიზნით ხულოსა და მესტიის

მუნიციპალიტეტების სხვადასხვა სოფლებში კარტოფილის კერძო ნაკვეთებიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშების გამოკვლევის შედეგად კიბოს გამომწვევი პათოგენის არსებობა დაფიქსირდა ხულოს მუნიციპალიტეტის 25 სოფელსა და მესტიის მუნიციპალიტეტის 2 სოფელში (ცხრ. 3).

ცხრილი 3. კარტოფილის კიბოს ზამთრის ზოოსპორანგიებით ნიადაგის ინფიცირების ხარისხი ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში

N	სოფლები (კერძო ნაკვეთები)	სპორანგიუმების საშუალო რაოდენობა 1გრ ნიადაგში
	ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფლები	
1	ბელლეთი	0
2	ალმე (ვაშლოვანი)	2.7 ± 0,46
3	დიდაჭარა	1.7 ± 0,93
4	ტაბახმელა	3.3 ± 1,56
5	ლორჯომი	2.3 ± 0,93
6	თხილვანა	1.7 ± 0,47
7	დაისპარაული	2.7 ± 0,46
8	დიაკოიძეები	3.3 ± 1,56
9	მთისწინა	1.7 ± 0,47
10	ვანაძეები	1.0 ± 2.0
11	დეკანაშვილები	1.7 ± 0,47
12	ქურდული	0.7 ± 0,27
13	ჯოიძეები	2.3 ± 1,27
14	კოჩალიძეები	3.0 ± 0,44
15	მეკვიძეები	1.7 ± 0,47
16	მინთაძეები	0.7 ± 0,27
17	წაბლანა	1.0 ± 2.0
18	ფურშუკაული	1.0 ± 2.0)
19	სკვანა	7.0 ± 0,81
20	დიოკნისი	5.3 ± 2,05
21	რაქვთა	5.0 ± 0,43
22	უჩხო	4.3 ± 1,01
23	ძირკვაძეები	4.3 ± 1,01
24	ოქრუაშვილები	2.3 ± 1,27
25	ირემაძეები	4.7 ± 0,47
26	გელაძეები	0
27	გორგაძეები	0
28	გურძაული	0
29	ელელიძეები	0
30	ვაშაყმაძეები	0
31	ბოძაური	0
32	მეზალაშვილები	0
33	ნამონასტრევი	0

34	რიყეთი	0
35	ტუნაძეები	0
36	ფაჩხა	0
37	ყინჩაური	0
38	შუა სოფელი	0
39	ძმაგულა	0
40	ჭერი	0
მესტიის მუნიციპალიტეტის სოფლები		
1	უშგული	14.7 ±2,05
2	ლატალი	1.7 ±0,47

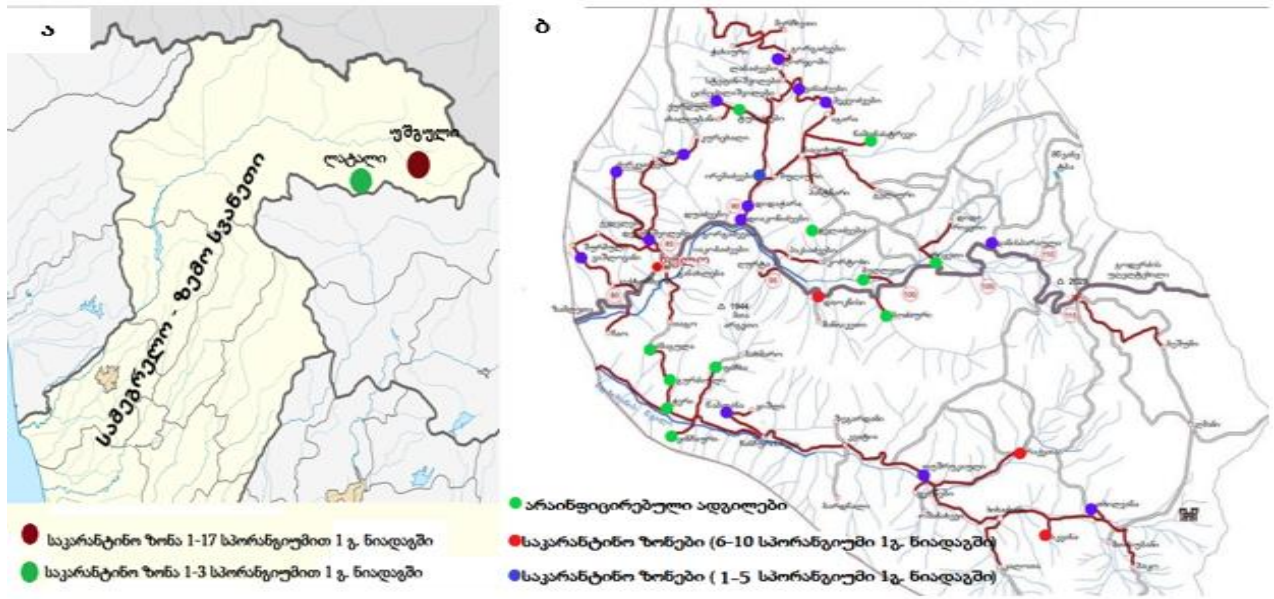
ნიადაგის ინფიცირების ხარისხი განსხვავებული იყო გამოკვლეული ნაკვეთებზე აღებული ნიმუშების მიხედვით. 1 გრამ ნიადაგში პათოგენის სპორანგიუმის 1-დან 5-მდე რაოდენობა იქნა გამოვლენილი ხულოს მუნიციპალიტეტის შემდეგ სოფლებში: დიდაჭარა (2 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), მთისწინა (3 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ვანაძეები (1 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ალმე (ვაშლოვანი) (3 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), დეკანაშვილები (2 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ქუდული (1 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ჯოიძეები (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), ირემაძეები (5 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ტაბახმელა (3 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), თხილვანა (4 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი), ასევე მესტიის მუნიციპალიტეტის სოფელ ლატალში (2 სპორანგიუმი/1გ. ნიადაგი). 1 გრამ ნიადაგში პათოგენის სპორანგიუმის 6-10 რაოდენობა იქნა გამოვლენილი ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფლებში: სკვანა (8 სპორანგიუმი 1 გ. ნიადაგში), დიოკნისი (8 სპორანგიუმი 1 გ. ნიადაგში), რაქვთა (6 სპორანგიუმი 1 გ. ნიადაგში), ასევე მესტიის მუნიციპალიტეტის სოფელ უშგულში - 17 სპორა 1 გ. ნიადაგში (რუკა 1). როგორც ცხრ. 3 გვიჩვენებს, გამოთვლილი იქნა ცალკეული ნიმუშის მიხედვით გამოვლენილი სპორანგიუმების საშუალო რიცხვი 1გ. ნიადაგში.

პათოგენი არ გამოვლინდა ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფლების: ბელეთის, ბოძაურის, გელაძეების, გორგაძეების, გურძაულის, ელეიძეების, ვაშაყმაძეების, მეძალაშვილების, ნამონასტრევის, რიყეთის, ტუნაძეების, ფაჩხას, ყინჩაურის, შუა სოფელის, ძმაგულასა და ჭერის ნიადაგის ნიმუშების ანალიზის დროს (ცხრ. 3, რუკა 1).

ამრიგად, კვლევის შედეგად, ნიადაგის ინფიცირების ყველაზე მაღალი ხარისხი დაფიქსირდა მესტიის რაიონის სოფელ უშგულში და ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფელ სკვანაში, რაქვთასა და დიოკნისში.

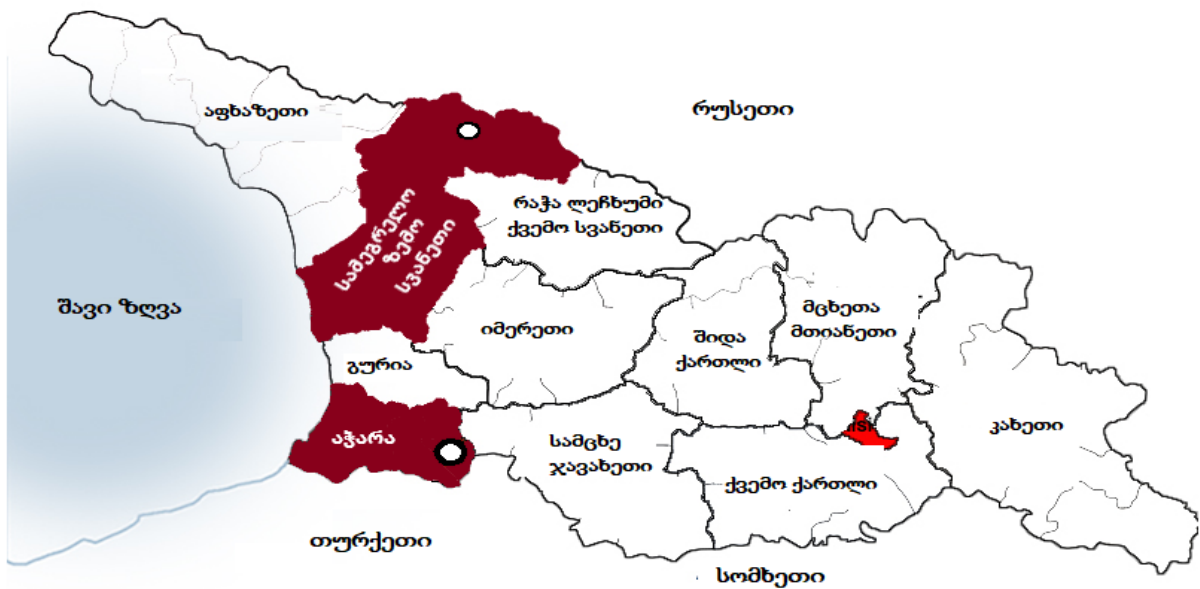
EPPO პროტოკოლის (PM 3/59 (3) და საქართველოს მთავრობის №305 დადგენილების გამოყენებით წარმოდგენილი კვლევის შედეგების საფუძველზე დადგენილი იქნა საკარანტინო და ბუფერული ზონები ხულოს მუნიციპალიტეტის 24 სოფელსა და მესტიის მუნიციპალიტეტის 2 სოფელში.

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



რუკა 1. საკარანტინო ზონები ა.- მესტიისა და ბ.- ხულოს მუნიციპალიტეტებში

ჩვენს მიერ განხორციელებული მონიტორინგისა და მცენარეული და ნიადაგის ნიმუშების ლაბორატორიული ანალიზების შედეგად დადგინდა, რომ *S. endobioticum* გავრცელების არეალი შეზღუდულია საქართველოში და მოიცავს საქართველოს ჩრდილოეთით მესტიის და დასავლეთით - ხულოს მუნიციპალიტეტებს (რუკა 2).



რუკა 2. კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალი საქართველოში

● კარტოფილის კიბოს გავრცელების ადგილი

2. სოკო *S. endobioticum* -ის პათოტიპების იდენტიფიკაცია

კარტოფილის კიბოს პათოტიპების იდენტიფიცირების მიზნით კვლევები ჩავატარეთ ლაბორატორიაში, სათბურსა და მინდორში საერთაშორისო სტანდარტული მეთოდების:

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 რაიონის სოფელ უშგულში.

2.1. 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 კვირიანი ინკუბაციის შემდეგ, სტერეომიკროსკოპში შევაფასეთ დიფერენციატორთა რეაქცია პათოგენისადმი სპიკერმანის სკალის მიხედვით.

როგორც ცხრილი 4 -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 აღრიცხა. ცდის შედეგებიდან გამომდინარე, ჯიში დეოდარა შეფასდა, როგორც მიმღები;

ჯიში პროდუცენტის 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). მიუხედავად იმისა, რომ 21 ტუბერი იყო გამძლე და სუსტად გამძლე რეაქციის ჯიში პროდუცენტი შეფასდა, როგორც მიმღები.

ჯიშ ტალენტის 52 ტუბერიდან დაავადდა 39 ტუბერი, რომლებზეც განვითარდა სხვადასხვა ტიპის მიმღები რეაქცია, კერძოდ, 5 ტუბერზე აღრიცხა R ტიპის სუსტად მიმღები რეაქცია, 9 ტუბერზე - I ტიპის რეაქცია, 12 ტუბერზე- კიბოს II ტიპის რეაქცია, 10 ტუბერზე - III ტიპის კორძები და 3 ტუბერზე განვითარდა IV ტიპის 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 საფირ 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 კორძები, ხოლო I-III ტიპის პატარა ზომის კიბოს კორძები განვითარდა ჯიშზე საფირ.

ცხრილი 4. ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw13 მიმართ სპიკერმანის მეთოდის გამოყენებისას

დიფერენციატორი	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების რაოდენობა	გამძლე				სუსტად მიმღები	მიმღები						რეაქცია	
			0	1	2	3		5							
			0	-	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
დეოდორა	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 მეცნიერთან 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 გამოყენებული იქნა

pw13N იზოლატის პათოტიპის იდენტიფიცირებისთვის სპიკერმანის (2017 წ) და გლინ-ლიმერზალის (2016-2017 წწ) მეთოდების გამოყენებით.

2016 წელს პათოტიპების იდენტიფიცირებისთვის გამოყენებული იქნა EPPO-ს 2017 წლის სადიაგნოსტიკო პროტოკოლში მოცემული ჯიმ დიფერენციატორები: დეოდარა, პროდუსენტ, საფირ, ტალენტ, გავინ და ბელიტა. დამატებით ნაკრებში ჩართული იქნა ჯიმი დელკორაც, რომელსაც ადრე ჰოლანდიაში იყენებდნენ ჯიმ-დიფერენციატორად. მაგრამ, მას შემდეგ რაც, Euphresco SENDO-ს პროექტის ფარგლებში ჩატარებული ინტერლაბორატორიული კვლევების შედეგად ჯიმი 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. 5), ჯიმებზე დეოდარა, პროდუსენტ, საფირ და ტალენტ განვითარდა მიმღების რეაქციის კორძები. კერძოდ, ჯიმ დეოდარაზე (რომელიც ცდაში ჩართული იყო როგორც დადებითი კონტროლი) 18 ტუბერიდან 7 ტუბერზე განვითარდა მიმღების რეაქციის I, II და V ტიპის კორძები.

ჯიმი 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., ჯიმი საფირ შეფასდა, როგორც კიბოსადმი მიმღები.

ჯიმ 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.

ჯიმ 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 დალპა.

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

ცხრილი 5. იზოლატ pw13N რეაქცია ჯიმ-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	X				

ვარიანტი 1:												
საფირ	61			2	14				13			32
დეოდარა (დ.კ.)	9	3		5					1			
პროდუსენტ	55			3	18				12		22	
ვარიანტი 2:												
ბელიტა	55		39	16								
დეოდარა (დ.კ.)	9		3					2				4
ტალენტ	59	2		6		5		19		14		13

იგივე ჯიშ-დიფერენციატორები-დეოდარა, საფირ, ტალენტ და პროდუსენტი მიმღები აღმოჩნდნენ ხულოს რაიონის ს. 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 ტიპის (6–7 მმ დიამეტრის) კორძები, 2 ტუბერზე განვითარდა IV ტიპის (8–10 მმ დიამეტრის) კორძები, 1 ტუბერზე - V ტიპის 11-15მმ 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. 6).

ცხრილი 6. 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 ტიპის (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 აღირიცხა - კიბოს II ტიპი (4–5 მმ დიამეტრის) რეაქცია, 2 ტუბერზე - III ტიპი (6–7 მმ დიამეტრის) რეაქცია, 1 ტუბერზე განვითარდა IV ტიპის (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 სუსტად მიმღები- “P“ ტიპის რეაქცია. ამგვარად, ჯიში საფირ შეფასდა, როგორც კიბოსადმი მიმღები; 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.

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

ხულოს მუნიციპალიტეტის ს. დიდაჭარიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშებითა და იგივე ჯიშ-დიფერენციატორების გამოყენებით მოწყობილი იყო ქოთნის ცდა სათბურში.

ტუბერებზე განვითარებული სიმპტომები შევავსეთ სპიკერმანის სკალის გამოყენებით. ცდაში ჯიში მარფონა გამოყენებული იყო როგორც დადებითი კონტროლი (ცხრ. 7).

ცხრილი 7. ჯიშ-დიფერენციტორების რეაქცია იზოლატ pw13N მიმართ ქოთნის ცდებში

დიფერენციატორი	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დავადებული ტუბერებ. რ-ბა	გამძლე				სუსტად მიმღები R	მიმღები						საბოლოო რეაქცია	
			0	-	P	F		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 (დ.კ.)	37	32			5				12	1	6	5	8		S

როგორც მე-7 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 პროდუსენტის 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 კორძები 4 ტუბერზე, III ტიპის კორძები 2 ტუბერზე და IV ტიპის იყო 2 ტუბერზე. ჯიშ პროდუსენტმა 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;

სულ აღირიცხა ჯიშ საფირის 21 ტუბერი, მათგან 8 ტუბერი (66%) 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. საერთაშორისო სტანდარტის თანახმად ჯიში საფირ შეფასდა, როგორც მიმღები.

2.2. ხულოს რაიონის სოფელ სკვანაში გავრცელებული კიბოს პოპულაციის (pw14) ანალიზი
 ხულოს რაიონის ს.სკვანაში გავრცელებული კიბოს პოპულაციის შიდასახეობრივი სტრუქტურის შესწავლა განხორციელდა ლაბორატორიული, ქოთნისა და მინდვრის ცდების საშუალებით.

ლაბორატორიული ცდები ჩატარდა სამჯერადი განმეორებით სპიკერმანის მეთოდის მიხედვით. დიფერენციატორთა რეაქციები აღირიცხა ცალკეულ ტუბეტრზე და მე-8 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 (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 8. ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw14-ის მიმართ სპიკერმანის ცდის დროს

ჯიშ-დიფერენციატორი	სამიწე განმეორებაში აღრიცხული ტუბერის რ.-	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		
პროდუცენტ	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 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. 9).

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 9. ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw14 მიმართ პათოგენის ქოთნის ცდებში

დიფერენციატორი	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების	გამძლე				სუსტად მიმღები	მიმღები						რეაქცია		
			0	-	P	F		R	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 ს. სკვანაში გავრცელებული პათოტიპის დადგენის მიზნით განხორციელებული სავლე ცდის შედეგები მოცემულია მე-10 ცხრილში. დაავადების განვითარების ინტენსივობა შეფასდა თითოეული მცენარისათვის ინდივიდუალურად კიბოს ზომისა და რაოდენობის მიხედვით EPPO-ს დიაგნოსტიკური პროტოკოლის სკალის შესაბამისად (ცხრ. 10).

ცხრილი 10. კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია კიბოსადმი სავლე 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	რეაქცია ს 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)
პროდუსენტი	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)
ტალენტი	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 და 235 ცალი ტუბერი. არც ერთ მათგანზე არაა აღრიცხული მიმღები რეაქცია. ჯიში 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 პროდუსენტის 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 არ იყო დაინფიცირებული.

ჯიში ბელიტას 24 ტუბერიდან განვითარებულმა 20 მცენარემ მოგვცა 205 ცალი ტუბერი, რომლებიც თავისუფალი იყო დაავადებისგან. საბოლოო შეფასებაა - 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 თანხვდება დიდაჭარის კიბოს პოპულაციის ანალიზის შედეგებს. აქედან გამომდინარე, სავარაუდოდ, სოფელ სკვანაშიც გავრცელებულია იგივე პათოტიპი.

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

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

2017- 2018 წლებში ლაბორატორიული ცდები ჩატარდა გლინ-ლიმერხალის მეთოდის გამოყენებით. მიღებული შედეგების თანახმად (ცხრ. 11) ჯიშ-დიფერენციატორები: გავინ,

დელკორა და ბელიტა გამძლე აღმოჩნდა სოფელ უჩხოში ადებულ pw15 იზოლაციისადმი, 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 11. 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
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
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. 12).

ქოთნის ცდების შედეგებიც ლაბორატორიული ცდების შედეგების მსგავსი აღმოჩნდა, რადგან ქოთანში გამოზრდილი ჯიშ-დიფერენციატორები: გავინ, დელკორა და ბელიტა გამძლე იყო pw15 იზოლატისადმი. 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 12. ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw15 მიმართ, ქოთნის 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 დ.კ.	18	11	7						1	4	2				S

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 (ცხრ. 13) EPPO-ს დიაგნოსტიკური პროტოკოლის სკალის შესაბამისად (ცხრ. 2).

ცხრილი 13. კარტოფილის ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქცია საველე ცდის დროს სოფელ უჩხოში, 2018

დიფერენციატორი	დარგული ტუბერების რაოდენობა	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დამზალი	დაავადებულ	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)
პროდუსენტ	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)

როგორც მე-13 ცხრილიდან ჩანს, ჯიშ გავინის დარგული 32 ტუბერიდან განვითარდა 331 ცალი ტუბერი, რომლებიც არ იყო კიბოთი ინფიცირებული. ჯიშში დეოდარას დარგული 25 ტუბერიდან განვითარდა 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).

ჯიშში 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).

ჯიშში 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).

ჯიშში საფირის დარგული 25 ტუბერიდან განვითარდა 115 ცალი ტუბერი. აქედან, 8 ტუბერი კიბოთი იყო დაავადებული და მათზე გამოვლენილი რეაქცია მიეკუთვნებოდა მე-2 კლასს. საბოლოო შეფასება იყო - 2 (S).

ჯიშში დელკორას დარგული 32 ტუბერიდან განვითარდა 226 ცალი ტუბერი, რომლებიც არ იყო დაავადებული. ჯიშში პროდუსენტის დარგული 27 ტუბერიდან განვითარდა 212 ცალი ტუბერი, რომლებიც არ იყო დაავადებული. ჯიშში ბელიტას დარგული 25 ტუბერიდან

განვითარდა 145 ცალი ტუბერი, რომლებიც არ იყო დაავადებული. ამ ჯიშ-დიფერენციატორთა საბოლოო შეფასება იყო- 1 (R).

2.4. 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, პროდუსენტ, 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 ტიპის (8-10 მმ დიამეტრის) კორძები.

ჯიშ პროდუსენტის 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 ტიპის (8-10 მმ დიამეტრის) კორძები.

ჯიშ-დიფერენციატორები გავინ, ბელიტა და დელკორა pw16 იზოლატისადმი გამძლე იყო (ცხრ. 14).

ცხრილი 14. ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw16 მიმართ გლინ-ლიმერზალის ცდის დროს (სოფ. ძირკვაძეები)

N	ჯიშ - დიფერენციატორები	აღრიცხული ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების რაოდენობა	გამძლე რეაქცია (0 - F)			სუსტად მიმღები	მიმღები რეაქცია (I - X)						საბოლოო რეაქცია		
				0	1	2		3	4	5						
					-	P				R	I	II	III		IV	V
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, ჯიშ-დიფერენციატორები: გავინ, დელკორა და ბელიტა ამ შემთხვევაშიც გამძლე აღმოჩნდა, ხოლო მიმღებ ჯიშებზე თითქმის ყველა ტიპის რეაქცია განვითარდა (ცხრ. 15). ჯიშ პროდუსენტის 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 ტიპის (8-10 მმ დიამეტრის) კორძები, 3 ტუბერზე - V ტიპის, 11-15მმ დიამეტრის კორძები და 2 ტუბერზე - X ტიპის, 16-20მმ დიამეტრის კორძები.

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

ჯიში ტალენტის 16 ტუბერიდან მხოლოდ 1 ტუბერზე იყო განვითარებული X ტიპის რეაქცია 16-20 მმ დიამეტრის კორძებით, 4 ტუბერზე იყო - I ტიპის რეაქცია და 5 ტუბერზე - III ტიპის კორძები.

ჯიშ საფირის 17 ტუბერიდან 9 ტუბერზე დიდი ზომის კორძები განვითარდა: 4 ტუბერზე - III ტიპის კიბოს კორძები, 3 ტუბერზე - IV ტიპის კორძები და დანარჩენ 2 ტუბერზე - V ტიპის კიბოს კორძები.

ცხრილი 15. ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw16 მიმართ ქოთანის ცდის დროს (სოფ. ძირკვაძეები)

დიფერენციატორი	აღრიცხვული ტუბერების რ.-ბა	დაავადებული	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, ჯიშ-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. 16). აქედან გამომდინარე, 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 16. 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.დიდაჭარა)			pw 14 (წარმოშობა სოფ. სკვანა)			იზოლატი pw 15 (წარმოშობა სოფ. უჩხო)			pw 16 (წარმოშობა სოფ. პირვეაძეები)			თურქული იზოლატი 38 (Nevsehir)
	სპიკერმანის ცდა	გლინ-ლიმერზალის ცდა	ქოთნის ცდა	მინდვრის ცდა	ქოთნის ცდა	სპიკერმანის ცდა	მინდვრის ცდა	ქოთნის ცდა	გლინ-ლიმერზალის ცდა	ქოთნის ცდა	გლინ-ლიმერზალის 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	

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

მესტიის რაიონის ს. უშგულში აღებული ინფიცირებული ტუბერები და ნიადაგი გამოყენებული იქნა *S.endobioticum* -ს პათოტიპების იდენტიფიცირების მიზნით 2018 -2019 წწ. 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. 17).

ცხრილი 17. ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw17 მიმართ ცდის გლინ-ლიმერზალის ცდის დროს (სოფ. უშგული)

ჯიშ- დიფერენ ციატორი	ტუბერების რიცხვი	დიფერენციატორების რეაქცია											
		გამმლე (0 - F)					მიმღები (R- X)						
		0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V		
ვარიანტი 1:													S
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

როგორც მე-17 ცხრილიდან ჩანს, ჯიშები: გავინ, დელკორა და ბელიტა ამ შემთხვევაშიც გამმლე აღმოჩნდა უშგულში გავრცელებული პათოგენისადმი (pw17), ხულოს პოპულაციისგან განსხვავებით pw17 იზოლატისადმი გამმლე რეაქცია გამოავლინა ჯიშ-დიფერენციატორმა- ტალენტმა. 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 კორძები 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 გამმლე 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. 18). 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 ტიპი, ხოლო I ტიპის, 2-3 მმ დიამეტრის კიბოს კორძები განვითარდა დეოდარას ერთ ტუბერზე და 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 კიბოს კორძები.

ცხრილი 18. ჯიშ - დიფერენციატორების რეაქცია იზოლატ pw17 მიმართ ქოთნის ცდის დროს (სოფ. უშგული)

N	დიფერენციატორი	აღრიცხული	დაავადებული	გამძლე (0- F)				სუსტად მიმღები	მიმღები (I - X)						რეაქცია	
				0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V	X		
1	გავინ	21	-	21												R
2	დეოდარა დ.კ.	15	6	9		1		4	1	1						S
3	პროდუსენტ	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

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.

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 ჯიში 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, ძირკვამეები) და მესტიის რაიონის ს. უშგულიდან აღებული კარტოფილის კიბოს ნიმუშები (იზოლატები pw13, pw14, pw15, pw16, pw17). კვლევის შედეგების თანახმად, უშგულში იდენტიფიცირებულია პათოტიპი 2(G2), ხოლო ხულოში გავრცელებულია ერთი 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.

2.6. 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. 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. ამჟამად, გერმანიაში, პოლონეთში, ჩეხოსლოვაკიაში, თურქეთში და სხვა ქვეყნებში იყენებენ EPPO-ს მიერ შემოთავაზებული ნაკრების გარდა ადგილობრივ ჯიშებსაც (Stachewicz & Langerfeld, 1998; Baayen, et al., 2006). 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 უახლეს 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, პროდუსენტ, ტალენტ და საფირ აჩვენებდა მიმდებ 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 პრობლემები იყო ერთ-ერთი ძირითადი საკითხი 2019 წლის ივლისში ნიდერლანდებში (ქ. ვაგენინგენი) ჩატარებულ კარტოფილის კიბოს ვორკშოპზეც, სადაც ჰოლანდიელმა მკვლევარმა გ. ლიუვენმა ხაზგასმით აღნიშნა საერთაშორისო თანამშრომლობის და განსაკუთრებით, საერთაშორისო კონსენსუსის მიღწევის აუცილებლობაზე *S. Endobioitum* პათოტიპების იდენტიფიცირების პროცედურებთან დაკავშირებით (van Leeuwen, et al., 2019).

ვორკშოპზე შეჯამდა აქამდე ჩატარებული კვლევის შედეგები, გამოიკვეთა ნაკლოვანებანი და შემუშავდა მომავლი კვლევის მიმართულეები, 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. 3-4 წელია, რაც ზოგიერთ ქვეყანაში დაიწყო მოლეკულური ტექნოლოგიის-Real-time PCR გამოყენება. ბოლო ხანებში ჩატარებული კვლევები, რომელთა მიზანი იყო პათოგენის შიგნით არსებული დიფერენციაციის შესწავლა ანუ პათოტიპებს შორის განსხვავების დადგენა მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდებით, გარკვეულწილად პასუხობს არსებულ კითხვებს. ყველა ლაბორატორიაში ამის შესაძლებლობა ჯერჯერობით არ არის (van Leeuwen et.al., 2019).

აღნიშნულ ვორკშოპზე დაიგეგმა კიბოს მკვლევართა ქსელში ჩართული ქვეყნების, მათ შორის, საქართველოს ნიმუშების ანალიზი უახლესი ტექნოლოგიით.

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

კარტოფილის კიბოს ადგილობრივი პოპულაციის მიმართ სხვადასხვა ქვეყნებიდან 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 ს. დიდაჭარაში, სკვანაში, უჩხოსა და ძირკვაძეებში შეგროვილი ინფიცირებული ნიადაგის გამოყენებით.

3.1. 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.

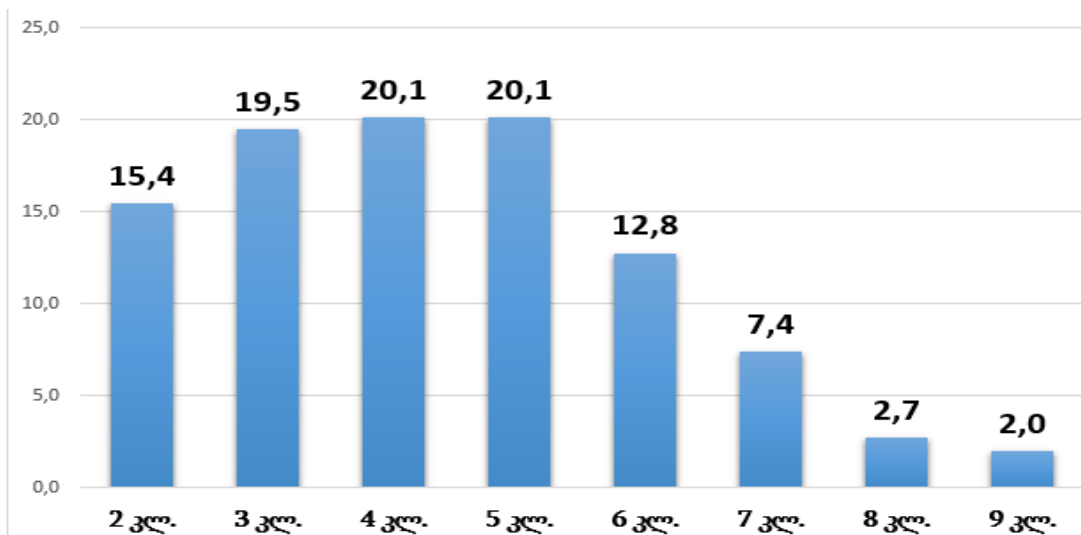
გამოცდილი ჯიშებიდან დაავადების მიმართ გამძლე აღმოჩნდა ჯიშები: სილვანა და პროვენტო. 15 ჯიში (88.2%) დაავადების მიმართ იყო მიძლევი (ცხრ. 19). ჯიშებზე დაავადების გავრცელების ინტენსივობა 26.8-66.7%-ის ფარგლებში მერყეობდა. დაავადების ყველაზე დაბალი გავრცელება აღინიშნა ჯიშ სატურნაზე (26.8 %) ხოლო ყველაზე მაღალი - ჯიშ აგრიაზე (66.7%). ასევე, მაღალი გავრცელება იყო ჯიშებზე 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) კორმები განვითარდა ჯიშებზე: მარფონა, სკარბი, ალვარა, სატურნა, ულადარ, ბრიზ, ლილეა, ესტრელა, აგრია, გლორიეტა, იმპალა.

ცხრილი 19. კარტოფილის ჯიშების რეაქცია კარტოფილის კიბოს მიმართ მიდნვრის ცდაში, სოფელი სკვანა

N	კარტოფილის ჯიშები	სულ ტუბერები რიცხვი	დაავადებული	დამზალი	დაავადების განვითარების ინტენსივობა, ბალი									
					1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	რეაქციის ტიპი
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 2) 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 კორძი).



დიაგრამა 2. დაავადების განვითარების ინტენსივობა(%) მიდნვრის ცდაში, სოფელი სკვანა

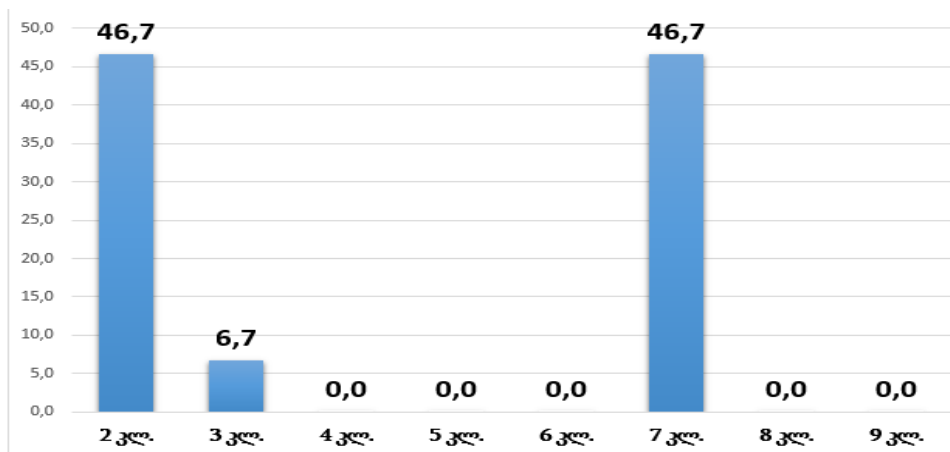
ტუბერების 12,8 %-ზე- მე-6 კლასის მიმღები რეაქცია (ტუბერების დეფორმაციის დასაწყისი რამდენიმე დიდი 10 მმ ზომის კიბოს კორძებით), 7,4 %-ზე - მე-7 კლასის მიმღები რეაქცია (10 მმ მეტი დიამეტრის კიბოს კორძი, სადაც ტუბერების წარმოქმნა იყო დარღვეული), 2,7 %-ზე - მე-8 კლასის მიმღები რეაქცია (ძალიან დიდი ზომის კიბო, სადაც ტუბერები ჯერ კიდევ ადვილად საცნობია), 2.0 %-ზე -მე-9 კლასის მიმღები რეაქცია (ძალიან დიდი ზომის კიბო, არ არსებობს ნორმალური ტუბერები).

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.20). კიბოს განვითარების ინტენსივობის შეფასებისას ტუბერებზე ნათლად ჩანდა 5 მმ და 10 მმ პროლიფერაციული წარმონაქმნები.

ცხრილი 20. კარტოფილის ჯიშების რეაქცია დაავადების მიმართ ქოთნის ცდის დროს, სოფ. სკვანა

კარტოფილი ს ჯიშები	ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების რაოდენობა	ჯიშების რეაქცია სკალა (1-9) მიხედვით									რეაქციის ტიპი
			1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	
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 3), 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).

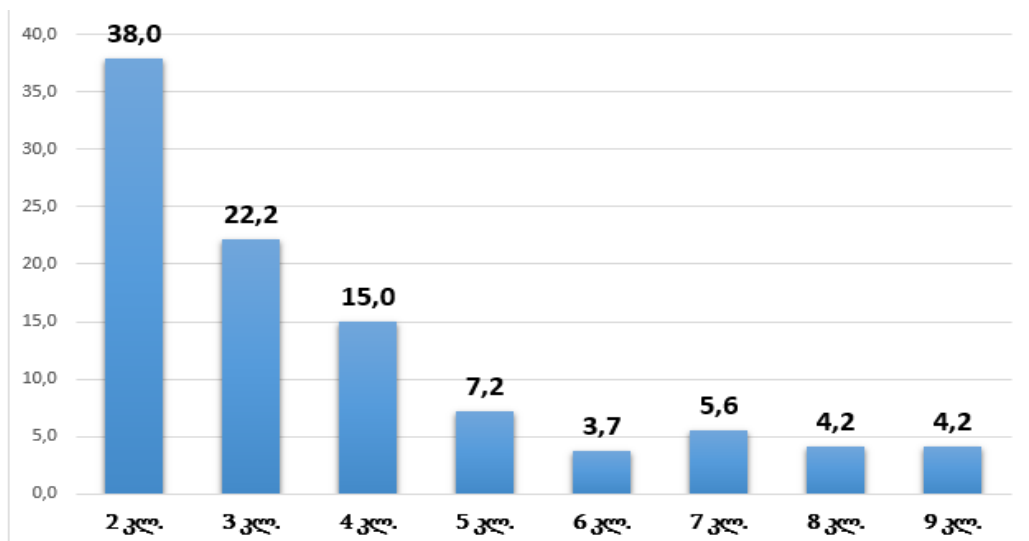


დიაგრამა 3. დაავადების განვითარების ინტენსივობა(%) ქოთნის ცდაში, სოფელი სკვანა

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

2018 წელს ხულოს რაიონის ს. 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.

გამოცდილი კარტოფილის 35 ჯიშიდან დაავადების მიმართ გამძლე აღმოჩნდა 4 ჯიში: კარდინია, კატანია, ლეანდრა და პროვენტო. დანარჩენი 31 ჯიში კი დაავადების მიმართ მიმღები იყო (ცხრ. 21). 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, სკარბი, 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.



დიაგრამა 4. დაავადების განვითარების ინტენსივობა მინდვრის ცდაში, ს. უჩხო

კიბოს განვითარების ინტენსივობის მიხედვით (დიაგრამა 4) დაავადებული ტუბერების 38 % მიეკუთვნებოდა მე-2 კლასს (5 მმ ზომის კორძი), 22,2%- მე-3 კლასს (ორი ან სამი 5 მმ ზომის კორძი), 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 21. კარტოვილის ჯიშების რეაქცია კიბოს მიმართ მინდვრის ცდის დროს სოფელ უჩხოში

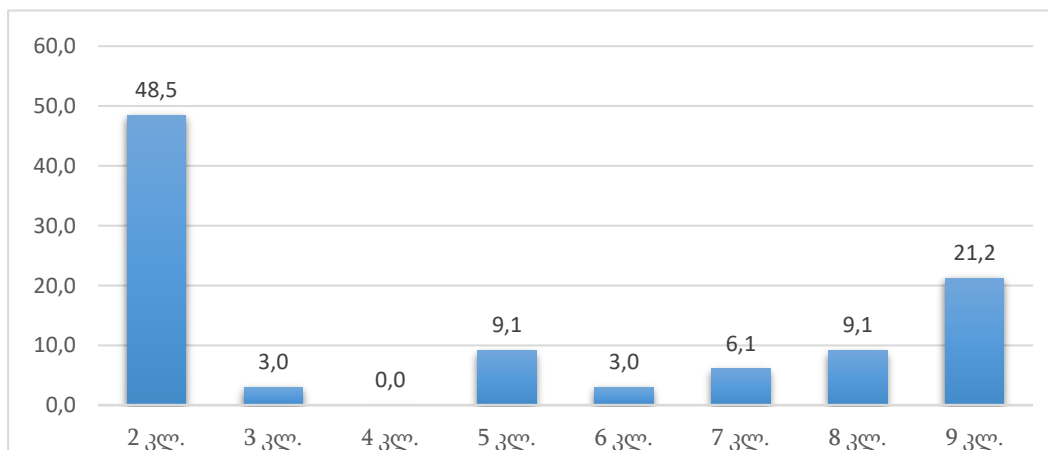
N	კარტოვილის ჯიშები	ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული	დამზალი	გამძლეობის შეფასების სკალა (1-9)									
					1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	რეაქციის ტიპი
1	მარფონა	24	7		17	2	3						2	3 (S)
2	სილვანა	37	9	3	28	3	4	2						3 (S)
3	მარაბელი	13	5	1	7		5							3 (S)
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	ლენდრა	33	0		33									1(R)
25	ელ მუნდო	32	7	1	24	3	2	2						2 (S)
26	რედფანტასი	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	ჯავახეთური	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)

სოფელ უჩხოს 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. 22).

ცხრილი 22. კარტოფილის ჯიშების რეაქცია დაავადების მიმართ ქოთნის ცდის დროს, სოფ. უჩხო

N	კარტოფილის ჯიშები	ტუბერების რაოდენობა	დაავადებული ტუბერების რაოდენობა	დაავადების განვითარების ინტენსივობა										
				1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი	5 კლასი	6 კლასი	7 კლასი	8 კლასი	9 კლასი	რეაქციის ტიპი	
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 5), სულ მიმღებ ჯიშებზე განვითარებული კორმების 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 5. დაავადების განვითარების ინტენსივობა ქოთნის ცდამი, სოფელი უჩხო

3.3. ჯიშების შეფასება ს. დიდაჭარაში გავრცელებული *S.Endobioitum* პოპულაციისადმი.

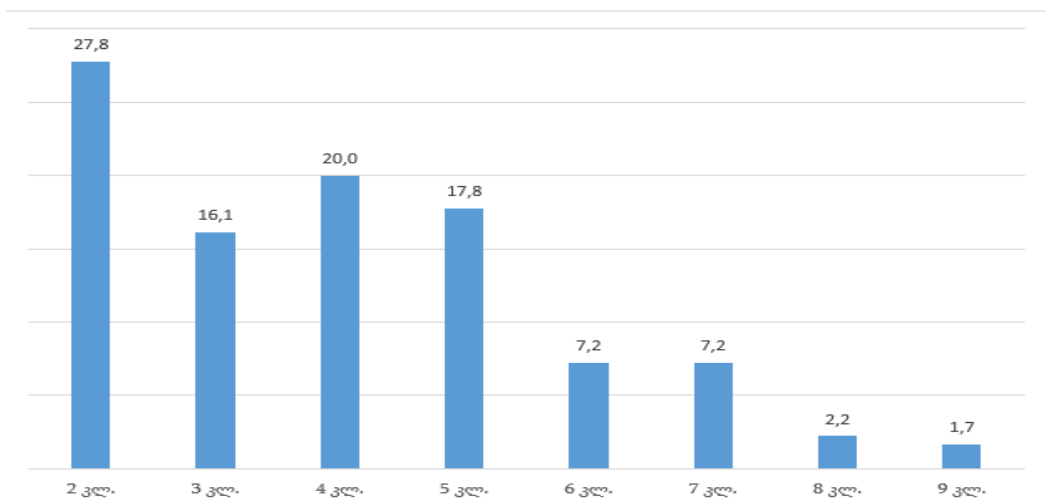
ს. დიდაჭარის ინფიცირებული ნიადაგის ნიმუშების გამოყენებით ქოთნის ცდის დროს კარტოფილის 38 ჯიშიდან დაავადების მიმართ გამძლე აღმოჩნდა 4 ჯიში: სოფია, არიზონა, ფაბულა და პროვენტო, ხოლო 34 ჯიში აღმოჩნდა დაავადების მიმართ მიმღები (ცხრ. 23). დაავადების განვითარების ინტენსივობის სკალის მიხედვით (დიაგრამა 6) ჯიშების 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 23. კარტოფილის ჯიშების რეაქცია დაავადების მიმართ ქოთნის ცდის დროს, ს. დიდაჭარა

N	კარტოფილის ჯიშები	სულ ტუბერები რიცხვი	დაავადებული	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 6. დაავადების განვითარების ინტენსივობა ქოთნის ცდამი, სოფელი დიდაჭარა

3.4. შედეგების განხილვა

როგორც 24-ე ცხრილი გვიჩვენებს, რომ ყველა გამოსაცდელი ჯიში არ იყო ჩართული ყველა ჩატარებულ ცდამი სათესლე მასალის უკმარისობის გამო. სკვანას, უჩხოსა და დიდაჭარის პოპულაციის მიმართ სხვადასხვა მეთოდით კარტოფილის ჯიშების შეფასებისას, ყველა ცდამი 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 24. 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	სპუნტა	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

ჯიშ 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.

ლიტერატურული წყაროების ანალიზის შედეგად აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთი ჯიშის კიბოსადმი რეაქცია ემთხვევა სხვა ქვეყნებში ჩატარებული კვლევის შედეგებს. მაგალითად, 1(D1) მიმართ გამძლე ჰოლანდიური ჯიშები: 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.

დღეისათვის საკმაოდ ბევრია სხვადასხვა სელექციის ჯიშები, რომლებიც გამძლეა პათოტიპ 1(D1)-სადმი. მაგრამ დანარჩენი პათოტიპებისადმი გამძლე ჯიშების რიცხვი ძალიან მწირია.

როგორც ჩვენი კვლევის შედეგებიდან ჩანს, არსებობს გარკვეული პრობლემები ჯიშების გამძლეობის შეფასებისას და ამას მრავალი მიზეზი აქვს. კარტოფილის კიბოსადმი ჯიშთა გამძლეობის შეფასების მეთოდიკა ჯერ-ჯერობით თითქმის არ არის სტანდარტიზებული.

მიმდინარეობს კვლევები სხვადასხვა პათოტიპებისადმი გამძლეობის განმაპირობებელი მოლეკულური მარკერების ძიების მიმართულებით. ამჟამად მხოლოდ 1(D1)-ისადმი გამძლეობის გენი Avr-sen1 არის იდენტიფიცირებული. თანამედროვე ტექნოლოგია მოლეკულური მარკერების გამოყენებით აქამდე არსებულ კითხვით ნიშნებს მოხსნის და მიღებული შედეგები ჯიშის გამძლეობის თაობაზე ბევრად სარწმუნო გახდება.

დასკვნები

1. კარტოფილის კიბო შეზღუდულად არის გავრცელებული საქართველოში;
2. კარტოფილის კიბოს გავრცელების არეალი მოიცავს ხულოსა და მესტიის რაიონებს;
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 მუნიციპალიტეტის ს. უშგულში ინდენტიფიცირებულია პათოტიპი 2(G1);
8. კვლევის შედეგად ხულოსა და მესტიის მუნიციპალიტეტებში დადგენილია საკარანტინო ზონები;
9. კვლევის შედეგად გამორჩეული იქნა კიბოსადმი მაღალი გამძლეობის მქონე ჯიშები: კარდინია, კატანეა, ლეანდრა და პროვენტო.

რეკომენდაციები

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

შრომების სია

1. Sikharulidze, Z. V., Ghoghoberidze, S. Y., Mentink, N. M., Meparishvili, G. V., Tsetskhladze, Ts. M. and van Leeuwen, G. C. M. (2019). Identification of the pathotype of *Synchytrium endobioticum*, causal agent of potato wart disease, present in Georgia. EPPO Bulletin, 49: 314– 320. <https://doi.org/10.1111/epp.12582>
2. Z.Sikharulidze, G.Meparishvili, L.Gorgiladze, S. Meparishvili, Ts. Tsetskhladze (2018). Occurrence of potato wart in Georgia. BOOK OF PROCEEDINGS IX International Scientific Agriculture Symposium “AGROSYM 2018”. pp.876-881. http://agrosym.ues.rs.ba/agrosym/agrosym_2018/BOOK_OF_PROCEEDINGS_2018_FINAL.pdf
3. Meparishvili G.V., Gorgiladze L.A., Meparishvili S.U., Muradashvili M.M., Sikharulidze Z.V. (2018). STUDY OF QUARANTINE PLANT DISEASES IN GEORGIA. ЗАЩИТ И КАРАНТИН РОСЛИН (Plant Protection and Quarantine), Issue 64 ,pp. 250-255
4. Zoya Sikharulidze, Tsisana Tsetskhladze, Ketino Sikharulidze, Nana Aptsiauri, Dali Tsiklauri (2019). Preliminary Screening Some Potato Cultivars for Resistance to Potato Wart in Georgia. Annals of Agrarian Science (მიღებულია გამოსაქვეყნებლად)
5. Z. Sikharulidze, Ts. Tsetskhladze, K. Sikharulidze, A. Zelya (2019). Distribution area and severity of potato wart (*Synchytrium endobioticum*) in Georgia. აჭარის რეგიონული სამეცნიერო ცენტრის “შრომები” (მიღებულია გამოსაქვეყნებლად)
6. Z. Sikharulidze, Ts. Tsetskhladze, K. Sikharulidze, L. Gorgiladze, V. Papunidze (2019). Occurrence of the Pathotype 38 of *Synchytrium Endobioticum* in Khulo Municipality of Georgia. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მოამბე (მიღებულია გამოსაქვეყნებლად)

Batumi Shota Rustaveli State University

Faculty of Technologies

Agroecology and Forestry Department



Sopio Ghogoberidze

**Study of the Pathotype Structure of Georgian Population of Potato Warts and
Development of Means of Disease Control**

A B S T R A C T

of the thesis presented to obtain academic degree in Agrarian Sciences

Specialty- Crop Protection

Batumi 2019

The thesis has been prepared at the department of Agroecology and Forestry of the Faculty of Thechnologies, Batumi Shota Rustaveli State University.

Scientific Supervisor: **Zoia Sikharulidze** –Doctor of Biology, Head of Department of
Genetics of Resistance, Batumi Shota Rustaveli State University

Reviewers:

Dimitrios Katsantonis - BSc, PhD, Principal Researcher, Plant Pathology – Agronomy, Institute of Plant Breeding and Genetic Resources, Ellinikis Georgikis Scholis avenue, Themi –Thessaloniki, 57001, Greece

Shakro Kanchaveli - Doctor of Agricultural Sciences, Chief Specialist at the Integrated Plant Protection Research Department of the Ministry of Environment Protection and Agriculture of Georgia

Nodar Beridze - Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor of Faculty of Technology of BSU

Rusudan Davitadze - Academic Doctor of Biology, Director of Batumi Public School N18

The defense of the thesis will be held on 12 of December, 2019, at 15 p.m., at the meeting of the dissertation council of the Faculty of Technologies, Batumi Shota Rustaveli State University.

Address: Room 534, 35 Ninoshvili Str., Batumi, 6010

PhD thesis is available at the Library of Batumi Shota Rustaveli State University (www.bsu.ge).

The secretary of the dissertation council,

PhD of Agriculture, Professor

Shota Lamparadze

Overview

Actuality of the Research Topic. Potato is one of the most important staple food crops in Georgia. The main parts of potato plantations are located in mountainous areas of Western and Southern Georgia. The crop cultivation area covers approximately 20,000 ha. Despite of potato's importance in

Georgia yields still remain rather low (8.3- 12.5 t/ha) due to the fact that the production of potatoes is associated with big challenges. The most crucial of these challenges is the potato diseases and particularly potato warts (PWD), which is caused by the obligate biotrophic, soil-borne fungal pathogen *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. As potato producers in Georgia do not practice the local selection and seed production, potatoes are imported from Armenia, Turkey, Germany, Iran, the Netherland, and other countries. Some potato cultivars Marfona, Picasso, Agria, Finka, Impala introduced in Georgia in 90th years of the previous century still are cultivated despite their susceptibility to the wart.

Synchytrium endobioticum is thought to be indigenous to Peru, where the potato originated. In the early 1900's *S. endobioticum* spread throughout Western Europe by infected seed tubers. The pathogen included on A2 quarantine list of EPPO occurs locally in almost all countries in the EPPO region, including Georgia where it was first reported in Georgia in 2009, without knowing the pathotypes, at the villages of Tabakhmela and Didajara in Khulo Municipality. In 2010-2012, the disease was found in other villages in Khulo on varieties Agria, Finka, Picasso and Marfona. Later, disease foci were also found in various private plots in Mestia municipalities in the region of Samegrelo-Zemo Svaneti.

Potato wart (PW) is a very harmful disease. The diseased tubers are unmarketable because of proliferating warts on potato tubers, formed during the growing season that may continue developing after harvest. The resting spores of the causative agent survive in soils and can be infectious for 20-50 years. Therefore, infested plots cannot be used for potato production for more than 20 years after the detection of the pest. Yield losses may vary between 50-100 % under conditions favorable to the disease development.

Furthermore, the fungus develops new pathotypes that are a serious threat to disease control because a new pathotype can infect already existing resistant potato varieties to PW. Today, about 40 different pathotypes of the fungus have been known. Among them, the pathotypes 1(D1), 2(G1), 6(O1), 8(F1) and 18(T1) are the most important in Europe.

To prevent the disease spread, it is very important to timely detect and identify the wart causal organism and its pathotypes, determine the distribution area, incidence and severity of the disease. Due to the fact that chemical control of the pathogen in the soil is almost impossible, the only available strategy to prevent further spread of the disease is to apply strict phytosanitary measures combined with the cultivation of potato varieties resistant to the pathotypes present in the infested fields.

Research Aim and Objectives. The aim of this research was to study the peculiarities of the development and the distribution of *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival), the causal agent of the Potato Wart Disease (PWD) in Georgia. Moreover, the study aimed to determine the resistance of potato cultivars to Georgian population of *Synchytrium endobioticum*.

In order to achieve the aim of the present study, many research activities were carried out in accordance with the following objectives/tasks:

Task 1. Determination of the area of distribution of potato wart, quarantine zones, and disease incidence and severity;

Task 2. Identification of the causal agent of Potato Wart, *S. endobioticum* using classic and molecular methods ;

Task 3. Identification of the pathotypes of *S. endobioticum* using international differentials;

Task 4. Screening of potato cultivars for resistance to the wart (*S. endobioticum*) under natural and artificial condition (inoculation with the fungus).

Scientific Novelty. For first time in Georgia, it was possible to determine the distribution area of potato wart and the degree of soil infestation in the area of the disease, to identify the pathotypes of the fungal pathogen in certain loci of the disease in the Municipalities of Khulo and Mestia. Moreover, to determine the quarantine zones and also to test the resistance level of potato varieties to the disease.

Theoretical and Practical Significance. The present study is important from the theoretical and practical point of view, as the results are very valuable for developing methods, means and strategies for protecting potatoes from PWD. The study meets the obligations which are defined by the resolution No. 305 of 2015 of the Georgian Government on Control of PWD. The results of the present study will be of assistance for the Ministry of Agriculture, other Governmental Organizations and private companies in terms of disease management and control strategies, decision making and control of the imported potato varieties into Georgia.

Approbation of Work. The research results were presented on the International Conferences as a poster and oral presentation:

1. "Potato Wart Workshop", Wageningen, The Netherlands, June 26-28, 2019;
 2. International Conference: Microbes and their Viruses: "Ecology, Diversity, Use", Tbilisi, Georgia, September 22-27, 2019;
 3. International Conference: "Plant Protection and Quarantine", Ukraine, 2018;
 4. IX International Scientific Agroecology Symposium "AGROSYM 2018", At Jahorina, Bosnia-Herzegovina, October 3-6, 2018.
 5. Approbation of the dissertation was held on October 1, 2019 at the meeting of Department of Agroecology and Forestry of the Faculty of Technologies of BSU (# protocol 2).
- 3 scientific papers were published in the refereed national and international scientific journals and in conference proceedings, and 3 are accepted for the publication.

The Structure of the Thesis. The work consists of the following sections: Introduction, Literature Review, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Recommendations, References. The thesis consisted of computer-printed 135 pages in Georgian language, 37 tables, 8 diagrams and 16 figures. The bibliography of the PhD thesis is consisting of ___ sources in Georgian, Russian and English languages.

Content of Dissertation

I. Literature Review

In literature review 186 references are analyzed on particular topic. It gives the state of current knowledge, an overview of key findings, concepts and developments in relation to a research problem or question.

I. Research Material and Methodology

The place and conditions of the research. The main part of the research was carried out in laboratory and greenhouse conditions at the Institute of Phytopathology and Biodiversity (IPB) of Batumi Shota Rustaveli State University. The field experiments were established in villages of Khulo municipality. Also, the part of the laboratory researches was conducted by collaboration with the Ukrainian Plant

Quarantine Scientific Research Station and the Reference Center of National Plant Protection Organization of the Netherlands. The research was partly supported by the PhD grant (PhD_F_17_54) of National Scientific Foundation of Georgia.

The research material - samples of infested soil and diseased potato tubers collected from different villages of the municipalities of Kulo and Mestia, an international set of differentials for the identification of the wart pathotypes, as well as 49 introduced potato cultivars, were used as research material. Among them, 16 varieties (Marfona, Impala, Sante, Elmundo, Silvana, Artemis, Carlita, Alvara, Red Fantasy, Spunta, Arizona, Fabula, Arinda, Pecaro, Panamera, Provento) are Dutch varieties; 22 varieties (Marabel, Europrima, Bernadette, Agria, Magda, Omega, Captiva, Nandina, Catania, Analena, Leandra, Glorietta, Jelly, Laura, Caruso, Finca, Florente, Milva, Cardinia, Coronada, Estrella, Andrea) are German varieties; 4 varieties (Figaro, Saturna, Arnova, Sofia) are British varieties, 4 varieties (Scarb, Lilea, Uladar, Briz) are Belarusian varieties and 3 varieties (Meskhuri, Javakheturi and Meskhuri Tsiteli) were selected from nurseries of CIP by Georgian Agricultural Research Center in 2010-2012.

Research Methodology. The standard diagnostic protocols of EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) were used for carrying out the research tasks:

1. OEPP/EPPO Standards: Phytosanitary procedures of *Synchytrium endobioticum*: Soil Tests and Descheduling of Previously Infested Plots, PM 3/59, 1999;
2. OEPP/EPPO Standards: Diagnostic protocols for regulated pests, PM 7/28, 2004;
3. OEPP/EPPO Standards: PM 7/28 (2) *Synchytrium endobioticum*, 2017;
4. OEPP/EPPO Standards: PM 3/59 (3) *Synchytrium endobioticum*: descheduling of previously infested plots, 2017.

In order to determine the area of distribution of potato wart, quarantine zones, and disease incidence and severity, an expeditionary study of potato fields was carried out in the main potato producing regions of different geographical areas of Georgia (Adjara, Kvemo Kartli, Samtskhe Javakheti and Svaneti). Most potato fields were examined over 2016 – 2018 growing seasons during the plants growing, along with the harvesting and storage of potato tubers.

According to Forrest, disease intensity (%) in a specific geographically selected region is calculated by dividing the number of disease foci by the total number of geographical locations inspected in the region X 100. Disease intensity (%) in a field is calculated by the formula: $P = \frac{n \cdot 100}{N}$, where P is disease intensity in the field (%), N- total number of registered plants (tubers), n- number of diseased plants (tubers).

The disease severity was assessed for each potato plant according to the number and size of the warts using the scale consisting of nine classes as introduced by the EPPO Diagnostic protocol (EPPO, 2004). Disease intensity indicators, recorded during the investigation of fields in 2016-2018 were calculated by statistical analysis of variance, as well as mean values and their error rates were calculated. According to the results obtained from the field tests in the villages of Skvana and Uchkho, the disease index or infection index was calculated using the formula: the intensity of disease development (%) = {Sum of total evaluation / Total evaluation X maximum category (grade)} X 100.

During the growing season, the aboveground parts of the plant were examined for potato warts. Visual inspection of potato tubers was carried out during harvest and storage. Potato warts developed on the aboveground and subterranean parts of the plants were evaluated according to the size and number of warts.

Soil samples collected from potato plots according to PM 3/59 (2) method of the international standard diagnostic protocol of EPPO and infected plant material were registered in a catalog of the IPB's Culture Collection.

Plant samples were examined for the presence of summer sporangia and resting spores of the pathogen in the laboratory using a stereomicroscope according to the EPPO protocol.

Identification of sporangia of the pathogen in soil samples and determination of the degree of soil infestation were carried out in accordance with OEPP / EPPO standard PM 7/28.

Specific Polymerase chain reaction (PCR) was conducted for the accurate identification of *Synchytrium endobioticum* in some samples according to Van der Boogert et al. (2005).

Screening of the introduced potato varieties for resistance to PWD was carried out using pot and field tests.

Glynne-Lemmerzahl and Spieckermann, as well as pot and field tests, and as well as a set of seven differential cultivars (Gawin, Deodara, Producent, Delcora, Belita, Talent, and Saphir) recommended by EPPO diagnostic protocols in 2004 and 2017 were used for the identification of the Georgian pathotypes.

Spieckermann test. Spieckermann method involved the preparation of compost (mixture of resting spores and sand) was liberated from warts collected during potato field observations. The compost was ready after 6-8 months. The results of Spieckerman test were scored after 8 weeks' incubation of inoculated tubers according to the scale which is subdivided into categories (Table 1). Also, fresh wart material was produced by inoculating tuber blocks (2 x 2 x 2 cm) of cv. Deodara. Compost was used to inoculate susceptible cultivars in order to produce fresh warts for Glynne-Lemmerzahl method.

Table 1. The Spieckermann Scale

0	No reaction visible
Type -, or 1	Early defence necrosis
Type 2 or P	Late defence necrosis
Type 3 or F	Very late defence necrosis
type 4 or R	Weakly susceptible
type 5 or susceptible	I (2–3 mm diam)
	II (4–5 mm)
	III (6–7 mm)
	IV (8–10 mm)
	V (11–15 mm)
	X (16–20 mm and bigger)

Glynne Lemmerzahl test. In contrast, the Glynne-Lemmerzahl method uses fresh wart tissue kept in close contact with emerging sprouts (EPPO, 2004). Fresh wart materials collected directly from infested fields and infected tuber blocks of the cultivar "Deodara" were used for pathotype identification. A set of seven differential cultivars with three replications were inoculated with the fungus and incubated for six weeks in a growth chamber at a constant temperature of 18°C (±1°C). PWD was assessed according to the scale used for the Spieckermann test.

Pot tests. Soil samples originating from the infested fields of Didajara, Uchkho, Skvana, Dzirkvadzebi and Ushguli villages were placed into pots of 5 L size, infected with PWD inoculum. Tubers of each differential cultivar were planted per pot with three replications including the cultivar "Marfona" as a positive control (PC). The temperature and the relative humidity in the glasshouse ranged from 18 to 20°C and 70-85%, respectively. The susceptibility of the tested cultivars to the fungus was assessed using the Spieckermann scale.

Field Test. The field tests were conducted in 2017 at the village Skvana (1291 m above sea level, N41°32.875, E04°29.098) and in 2018 at the village Uchkho (1083 m above sea level, N41°40.969,

E042*18513). The susceptible and resistant reactions of potato varieties to wart were observed with a stereo microscope and the disease severity (reaction types of tested cultivars) were scored by using 1-9 scale (Table 2) and classified according to the scheme of Langerfeld et al. (1994) by measuring the size and the number of warts. Even when only a single wart with winter sporangia has been formed, the cultivar should be rated as susceptible.

Table 2. The scale for evaluation of the disease severity

Class	Reaction of potato cultivar
1	Tubers not affected
2	Single proliferation (<5 mm)
3	2 or 3 proliferations (<5 mm) or a single large proliferation (5–10 mm)
4	Several small warts (5–10 mm)
5	Several medium-sized warts (>10 mm)
6	Several large warts, at least one of these being >10 mm, and beginning deformation of the tuber
7	Large warts with a diameter of >10 mm and disruption of tuber formation
8	Very large warts, but individual tubers still recognizable
9	Very large warts, no normal tubers present

The technical regulation for potato wart control (N^o305, 2015- 25-06) officially adopted by the Georgian government was taken into account when conducting research activities.

In accordance with Resolution No. 305 of the Ministry of Agriculture of Georgia and EPPO protocol (PM 3/59 (3), the area where at least one potato plant had signs of PWD symptoms or at least one sporangium was detected in the soil, should be demarcated and declared as a quarantine zone.

II. RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

3. Detection of the Pathogen, Determination of Distribution Areas and Quarantine Zones of Potato Wart Disease in Georgia

In order to study the disease incidence and severity, we conducted systematic surveys of potato fields during the growing seasons, harvest and storage in 2016-2018 in four geographical areas of Georgia: Adjara (Khulo), Samtskhe-Javakheti (Akhaltsikhe, Adigeni, Akhalkalaki), Kvemo Kartli (Marneuli) and Svaneti (Mestia). In 2016-2018, a total of 136 fields were surveyed in four geographical regions of Georgia. Among them 82, 20, 12, 14 and 8 fields were examined in the municipalities of Khulo, Akhaltsikhe, Akhalkalaki, Marneuli and Mestia. The examined fields were located at an altitude of 400-2100 m above sea level. 64 and 5 fields were respectively infected in Khulo and Mestia municipalities. Therefore, the disease intensity was 78% in Khulo and 62.5% in Mestia (Figure 1). The disease intensity and severity in each municipality varied according to the fields studied.

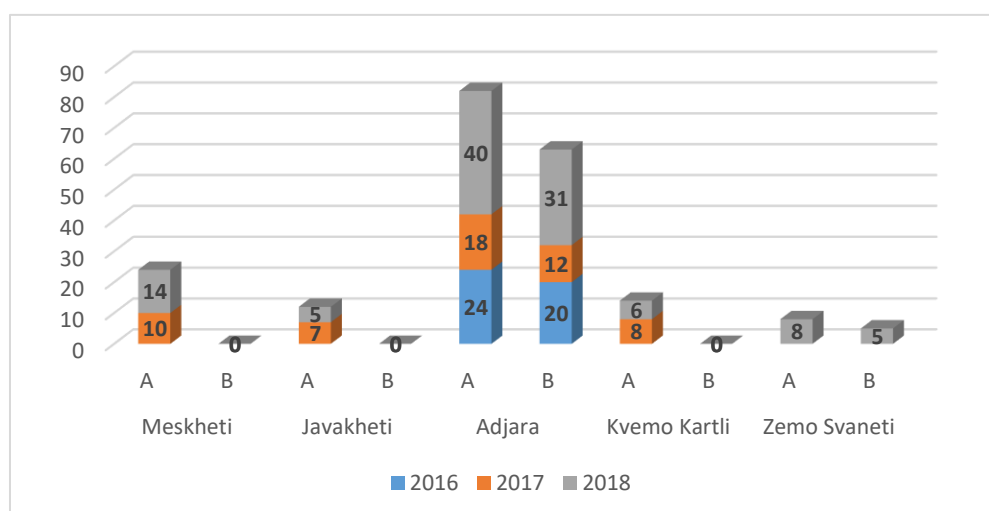


Figure 1. Number of fields infected by potato wart by regions: A - the number of sites examined, B - the number of infected sites

In addition to the surveyed plots located in the Akhaltsikhe, Adigeni, Akhalkalaki and Marneuli districts, farmers and relevant services in the municipal government were interviewed for potato warts. As a result of this study, PW was not found in these municipalities.

The mean and standard errors of the disease incidence of examined fields were calculated in each year. The average of the disease incidence was 35.2 ± 12.0 in 2016, 24.4 ± 12.4 in 2017, and 48.0 ± 7.0 in 2018.

According to the potato fields and storages studied in the Khulo region, the disease severity varied between 1–9 classes. Small (2–4 classes) and medium (5 class) proliferation of warts distributed mainly in the fields. According to field trials conducted in Khulo in 2017–2018, the average disease index was 53.8%.

Potato plots were surveyed in some villages of Latal and Ushguli in Mestia Municipality during harvest on October 8–9, 2018. According to external symptoms, disease severity on potato tubers was observed in the village of Ushguli, but there were no warts in the village of Latali. We examined 5 private plots in Ushguli village. The mean of disease severity was 30.3 ± 13.7 in Mestia.

Except for plant material, soil samples were collected. Specifically, samples were taken in 42 villages of Khulo district: Adadzebi, Alme Vashlovani, Akhalubani, Bodzauri, Begleti, Geladze, Gorgadzebi, Gurdzauri, Daniparauli, Dekanashvilebi, Diakonidzeebi, Didachara, Dioknisi, Vanadzeebi, Vashakmadzeebi, Mtisthina, Mintadzeebi, Namonastrevi, Okruashvilebi, Kochalidzeebi, Rakvta, Riketi, Skvana, Tunadzeebi, Tabakhmela, Uchkho, Pachkha, Pushkurauli, Kveda alme, Kurduli, Ghorjomi, Kinchauri, Shuasopeli, Dzmagula, Tsablana, Tcheri, Dzirkvadzeebi, Joidzeebi, and Ushguli and Latali in Mestia region.

Detection of the pathogen in plant samples. During the potato field surveys conducted in the Municipalities of Khulo and Mestia, cauliflower-like warty proliferations of different shapes and sizes were observed on potato stolons, stem bases and tubers. Warts of various sizes (2–20 mm) occurred on potato tubers obtained initially whitish color and then gradually were darkened and eventually were rotten and decayed. Above-ground warts occurred on potato plant stem bases were initially green but they became black later in the season. Symptoms of the PWD were not observed on the roots and leaves of the potato plants. The presence of the pathogen in samples of infected plants was determined by microscopic analysis and specific polymerase chain reaction (PCR).

As a result of microscopic analysis, the spherical to ovoid in shape, 50 μm in diameter, aseptate, golden brown, thick-walled winter sporangia were observed in plant tissue. PCR identification of *S. endobioticum* in plant samples was carried out using F49 and R502 primer. PCR products were electrophoresed in 1% agarose gels stained with ethidium bromide. DNA extraction from *S. endobioticum* produced amplicons of 472 bp.

Detection of the pathogen in soil samples and determination of the degree of soil infestation by the pathogen. In order to determine the degree of soil infestation in different villages of Khulo and Mestia municipalities, soil samples were taken from different potato fields. As a result of the examination of soil samples, the fungus was detected in 25 villages of Khulo municipality and 2 villages of Mestia municipality (Table 4).

Table 3. Degree of soil infestation by *Synchytrium endobioticum* in Khulo and Mestia regions

N	Observed locations	Average number of spores in 1 g of soil
Villages in Khulo municipality		
1	Beghleti	0
2	Alme (Vashlovani)	2.7 ± 0,46
3	Didajara	1.7 ± 0,93
4	Tabakhmela	3.3 ± 1,56
5	Gorjomi	2.3 ± 0,93
6	Tkhilvana	1.7 ± 0,47
7	Danisparauli	2.7 ± 0,46
8	Diakonidzeebi	3.3 ± 1,56
9	Mtisthina	1.7 ± 0,47
10	Vanadzeebi	1.0 ± 2.0
11	Dekanashvilebi	1.7 ± 0,47
12	Kurduli	0.7 ± 0,27
13	Joidzeebi	2.3 ± 1,27
14	Kochalidzeebi	3.0 ± 0,44
15	Mekeidzeebi	1.7 ± 0,47
16	Mintadzeebi	0.7 ± 0,27
17	Tsablana	1.0 ± 2.0
18	Purshukaili	1.0 ± 2.0)
19	Skvana	7.0 ± 0,81
20	Dioknisi	5.3 ± 2,05
21	Rakvta	5.0 ± 0,43
22	Uchkho	4.3 ± 1,01
23	Dzirkvadzeebi	4.3 ± 1,01
24	Okruashvilebi	2.3 ± 1,27
25	Iremadzeebi	4.7 ± 0,47
26	Geladzeebi	0
27	Gorgadzeebi	0
28	Gurdzauli	0
29	Elelidzeebi	0
30	Vashaymadzeebi	0
31	Bodzauri	0
32	Mezalashvilebi	0
33	Namonastrevi	0
34	Riketi	0
35	Tunadzeebi	0
36	Pachkha	0
37	Kinchauri	0
38	Shua Sopeli	0
39	Dzmagula	0
40	Tcheri	0
Villages in Mestia Municipality		
1	Ushguli	14.7 ± 2,05
2	Latali	1.7 ± 0,47

The degree of soil infestation was different in the samples taken from different fields. The number of 1-5 sporangia/g soil was detected in private home gardens of the following villages located in Khulo Municipality: Didajara (3 sporangia/g soil), Mtistina (2 sporangia/g soil), Vanadzebi (1 sporangium/g soil), Alme (Vashlovani) (3 sporangia/g soil), Dekanashvilebi (2 sporangia/g soil), Kurduli (1 sporangium/g soil), Joidzebi (3 sporangia/g soil), Kochalidzebi (4 sporangia/g soil), Mekeidzebi (2 sporangia/g soil), Diakonidzebi (4 sporangia/g soil), Mintadzebi (1 sporangium/g soil), Tsablana (1 sporangium/g soil), Uchkho (5 sporangia/g soil), Dzirkvadzebi (5 sporangia/g soil), Okruashvilebi (3 sporangia/g soil), Purshukauli (1 sporangium/g soil), Danisparauli (3 sporangia/g soil), Gorjomi (2 sporangia/g soil), Iremadzebi (5 sporangia/g soil), Tabakhmela (3 sporangia/g soil), Tkhilvana (4 sporangia/g soil), as well as in private homegarden of village Latali of Mestia Municipality (2 sporangia/g soil). 6-10 sporangia/g soil were detected in private homegardens of the following villages of Khulo Municipality: Skvana (8 sporangia/g soil), Dioknisi (8 sporangia/g soil), Rakvta (6 sporangia/g soil), as well as in village of Ushguli of Mestia Municipality (17 sporangia/g soil) (Figure 2). As Table 4 shows, the average number of sporangia per gram of soil identified in each sample was calculated.

The pathogen was not detected in soil samples collected from private homegardens of the following villages located in Khulo municipality: Begleti, Bordzauri, Geladzebi, Gorgadzebi, Gurdzauli, Elelidzebi, Vashaymadzebi, Mezalashvilebi, Namonastrevi, Riketi, Tunadzebi, Pachkha, Kinchauri, Shua Sopeli, Dzmagula and Tcheri (Table 4, Figure 2).

So, the highest level of soil contamination was observed at the village of Ushguli in the Municipality of Mestia and at the villages of Skvana, Rakvta and Dioknisi in the Municipality of Khulo.

According to the resolution No. 305 of the Ministry of Agriculture of Georgia and EPPO protocol (PM 3/59 (3)), the area, where at least one potato plant was infected by wart and at least one sporangium was detected in the soil, have to be demarcated and declared as a quarantine zone. So, in accordance with the results of this study, the private home gardens of 25 in Khulo municipality and 2 villages of Mestia municipalities have to be demarcated and declared as quarantine zones, as well as potato varieties should not grow for at least 20 years since the last detection (EPPO, 2017) in these locations. In addition, according to EPPO protocol (PM 3/59 (3)), partial descheduling of these quarantine zones may be obtained after 10 years if bioassays should give negative results and fewer than five viable spores per gram of soil should be found by direct examination, where the resistant potato cultivars to the pathotype present have to be grown

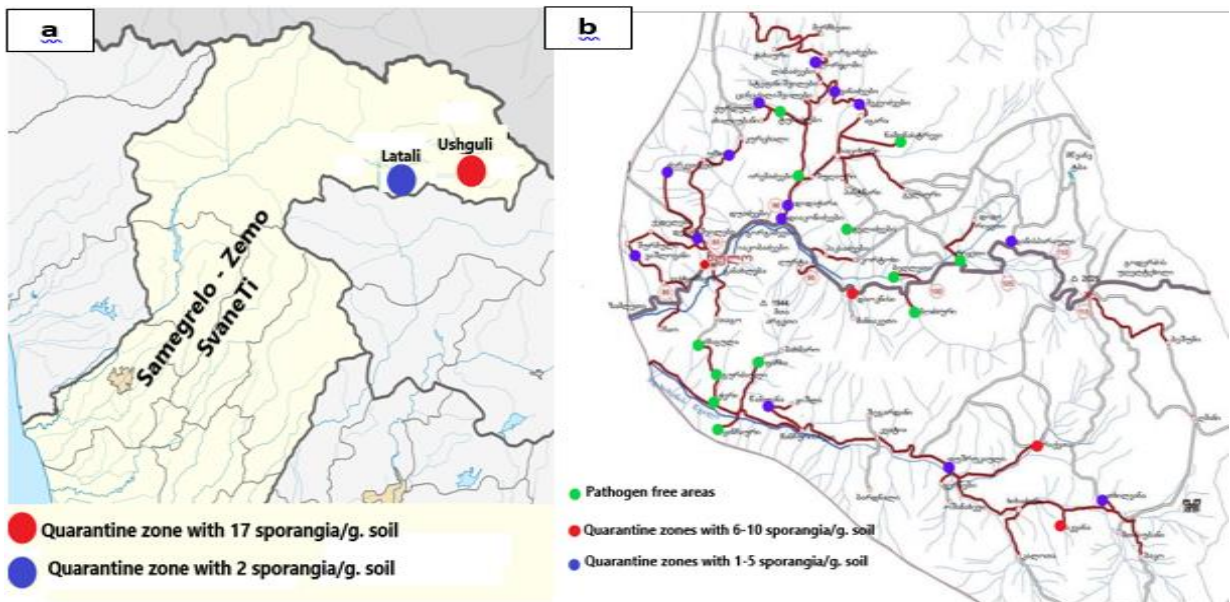


Figure 2. The quarantine zones in Mestia (a) and Khulo (b) municipalities

According to the monitoring and laboratory tests of plant material and soil samples, it was concluded that the distribution area of *S. endobioticum* is limited in Georgia, as it covers only the northern part - Svaneti Municipality and the western part - Khulo Municipalities (Figure 3).



Figure 3. Distribution area of potato wart disease in Georgia

● Distribution areas of PWD

4. The Identification of the Pathotype of *S. endobioticum*

To identify pathotypes of potato wart disease, studies were conducted in the laboratory, the greenhouse and fields using international standard methods: biotest, pot and field tests. The population of *S. Endobioticum*, distributed in the villages of Didajara, Skvana, Uchkho and Dzirkvadzeebi in Khulo Municipality and in the village of Mestia Municipality, was studied using these methods.

2.1. Analysis of the Population of *S. endobioticum* Distributed in Didachara Village.

To identify the pathotype present, compost was prepared using warts collected from private plots in Didajara village, Khulo municipality in 2013-2014. The isolate was coded pw13. The origin of this isolate was from the same village as the isolate pw13N, which was tested in the Netherlands, but the field of origin was different. For pathotype identification, the Spieckermann and pot tests were

conducted in the Department of Resistance Genetics at the Institute of Phytopathology and Biodiversity(IPB) of Georgia in 2016-2017, and the Spieckermann (in 2017) and Glynne-Lemmerzahl (in 2016 and 2017) tests were carried out at the National Reference Centre (NRC) in Wageningen, the Netherlands. A set of eight differential cultivars: Gawin, Deodara, Producent, Delcora, Belita, Talent and Saphir were used in both cases. After an incubation period tubers were evaluated under a stereomicroscope for their reaction according to the scale used for the Spieckermann test.

Isolate tested in Georgia by Spieckermann test. The results of the laboratory test are given in Table 5. As shown from the table susceptible reactions were recorded on differential cultivars: Deodara, Producent, Talent and Saphir in both 2016-2017 laboratory tests. From 34 and 35 tubers of cv. Deodara 24 and 26 tubers were susceptible with different types of reaction in 2016 and 2017 tests, respectively. The majority of tubers of cultivars Producent and Talent were susceptible with wart types I-IV. Small warts (I-III types) were recorded on differential Saphir. Cultivars Gawin, Delcora and Belita showed resistant reaction.

Table 5. Reaction of isolate pw13 originating from Didadjara, Khulo region tested on a set of differential cultivars in Georgia using Spieckermann – test

N	Differential cultivars	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tuber eyes	Resistant			Weakly susceptible	Susceptible – S						Overall reaction	
				1	2	3		4	5						
				0*	-	P	F	R	I	II	III	IV	V		X
Results of 2016 test															
1	Gawin	38	0	38										R	
2	Deodara	34	24	9		1		4	7	7	5	1		S	
3	Producent	37	27	10				6	9	7	4	1		S	
4	Delcora	24		23										R	
5	Belita	20		20										R	
6	Talent	25	19	5		1		2	4	7	5	1		S	
7	Saphir	28	14	14				2	4	5	3			S	
p.c	Marfona	30	22	6		1	1	1		4	4	5	3	5	S
Results of 2017 test															
1	Gawin	40	0	40										R	
2	Deodara	35	26	9				3	5	8	5	5		S	
3	Producent	40	29	11				5	9	6	5	3	1	S	
4	Delcora	24	0	23		1								R	
5	Belita	23	0	22		1								R	
6	Talent	27	20	5		2		3	5	5	5	2		S	
7	Saphir	29	16	13				3	3	6	4			S	
p.c	Marfona	30	24	4		1	1		3	6	5	4	3	3	S

Pot test. The results of the pot test are shown in Table 6. Cultivars Deodara, Producent, Talent and Saphir were susceptible and Gawin, Delcora and Belita showed resistance.

Table 6. Reaction of differentials to isolate pw13 *S. endobioticum* originating from the village Didadjara, Khulo municipality using pot test

N	Differential cultivars	Number of tubers recorded	Number of tubers diseased	Resistant				Weakly Susceptible	Susceptible						Reaction
				0*	-	P	F		R	I	II	III	IV	V	
1	Gawin	21	-	21											R
2	Deodara	19	12	6		1		1	2	3	5	1		S	
3	Producent	18	9	9					1	4	2	2		S	
4	Delcora	20		20										R	
5	Belita	20		20										R	
6	Talent	23	15	8				3	7	5				S	
7	Saphir	21	8	12		1		5	3					S	

p.c.	Marfona	37	32		5			12	1	6	5	8	S
------	---------	----	----	--	---	--	--	----	---	---	---	---	---

Isolate tested in the Netherlands. The first preliminary tests started in 2016. Overall, only two large warts (category X) were observed on cv. Deodara, and one small wart (type III) on cv. Producent. In 2017, tests with Spieckermann and Glynne-Lemmerzahl were both successful (Table 7 and 8). However, in the Spieckermann test all differentials showed wart formation, except cv. Belita (Table 7). This pattern did not match with any of the pathotypes mentioned in Table 1 of Appendix 5 of EPPO DP (EPPO, 2017). Exactly the same pattern was observed in both repetitions of Glynne-Lemmerzahl testing: wart formation on the differential cultivars Deodara, Producent, Saphir and Talent, not on Belita (Table 8).

Table 7. Reaction of the isolate from Georgia, pw13N, tested on a set of differentials in Spieckermann-test (The Netherlands, 2017)

Differential Cultivars	No of eye pieces	Rotten, missing	Numbers of eye fields in various reaction categories											
			Resistant (0 up to class F)					Susceptible (R up to X)						
			0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V	X	
Tray 1:														
Saphir	61			2	14					13				32
Deodara (p.c.)	9	3		5						1				
Producent	55			3	18					12			22	
Tray 2:														
Belita	55		39	16										
Deodara (p.c.)	9		3						2					4
Talent	59	2		6		5			19		14			13

Table 8. Reaction of the isolate from Georgia, pw13N, tested on a set of differentials in Glynne-Lemmerzahl test in the Netherlands in 2017

Differential Cultivars	No of eye pieces	Rotten, missing	Numbers of eye fields in various reaction categories											
			Resistant (0 up to F)					Susceptible (R up to X)						
			0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V	X	
SERIES A.														
Tray 1:														
Deodara (p.c.)	10		6	3							1			
Belita	17		12	2	3									
Talent	16		4	6	2			1	1			1	1	
Tray 2:														
Producent	15		8	3	1							2	1	
Saphir	17		6	4		1						2	4	
Deodara (p.c.)	9		4	2										3
SERIES B.														
Tray 1:														
Deodara (p.c.)	10		2	3	3					1				1
Belita	16		8	7	1									
Saphir	16		4	6	1				1	2	1	1		
Tray 2:														
Deodara (p.c.)	10		5	1							1	1	2	
Talent	16		7	5	2				1					1
Producent	16		9	3		1				2				1

2.2. Analysis of the Population of *S. endobioticum* Distributed in Skvana, Uchkho and Dzirkvadzeebi Villages of Khulo municipality

Glynné Lemmerzähl test. Table 9 shows the results of the Glynné–Lemmerzähl test in 2018–2019. The cultivars Deodara, Producent, Talent and Saphir expressed similar susceptible response to the isolate pw 15, originating from the village of Uchkho, results which were obtained in the pot tests. However, the size of wart proliferations varied within the three tests. In contrast, cultivars Gawin, Delcora and Belita expressed a resistant response.

Table 9. Reactions of differentials to isolate pw16 originating from the village of Dzirkvadzeebi, Khulo municipality using Glynné Lemmerzähl test

N	Differentials	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tuber eyes	Resistant			Weakly Susceptible	Susceptible –S						Reaction	
				1	2	3	4	5							
				0*	-	P	F	R	I	II	III	IV	V		X
1	Gawin	15	0	5											R
2	Deodara	15	8						1	2	3	2			S
3	Producent	15	7						2	2		3			S
4	Delcora	15	0	1	4										R
5	Belita	15	0	5											R
6	Talent	15	6						2	1	2			1	S
7	Saphir	15	6							5		1			S

Pot tests. The results of the pot tests are presented in Tables 10, 11 and 12. Cultivars Deodara, Producent, Talent and Saphir were susceptible with different type of response to isolates: pw 14 originating from the village of Skvana, pw 15 originating from the village of Uchkho and pw 16 originating from the village of Dzirkvadzeebi. In contrast, the cultivars, Gawin, Delcora and Belita expressed a high resistant response.

Table 10. Reactions of differentials to isolate pw14 originating from the village of Skvana, Khulo municipality using pot test

N	Differentials	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tuber eyes	Resistant			Weakly Susceptible	Susceptible –S						Reaction	
				1	2	3	4	5							
				0*	-	P	F	R	I	II	III	IV	V		X
1	Gawin	15	0	15											R
2	Deodara	15	9			6					1	3	1	4	S
3	Producent	15	5	3	5	2						2	1	2	S
4	Delcora	15	0	15											R
5	Belita	15	0	15											R
6	Talent	15	8			3	4		1		2	5			S
7	Saphir	15	4	2	6		3			3				1	S
P.C.	Marfona	15	3	3	2	3	4							3	S

Table 11. Reactions of differentials to isolate pw15 originating from the village of Uchkho, Khulo municipality using pot test

N	Differentials	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tuber eyes	Resistant			Weakly susceptible	Susceptible -S						Reaction	
				1	2	3		4	5						
				0*	-	P	F	R	I	II	III	IV	V		X
1	Gawin	20	0	20											R
2	Deodara	16	10			6			4		3	3			S
3	Producent	21	9	5	3	4			1		2	4			S
4	Delcora	15	0	15											R
5	Belita	8	0	0											R
6	Talent	14	10	1	2	1					2	5	3		S
7	Saphir	17	7	3	5	2			4	3					S
P.C.	Marfona	18	11	7						1	4	2			S

Table 12. Reactions of differentials to isolate pw16 originating from the village of Dzirkvadzebi, Khulo municipality using pot test

N	Differentials	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tuber eyes	Resistant			Weakly Susceptible	Susceptible -S						Reaction	
				1	2	3		4	5						
				0*	-	P	F	R	I	II	III	IV	V		X
1	Gawin	34	0	34											R
2	Deodara	15	3	5	1	6								3	S
3	Producent	33	18	10	2	3			1	7	2	3		5	S
4	Delcora	15	0	15											R
5	Belita	17	0	17											R
6	Talent	16	5	2	5		4		4					1	S
7	Saphir	17	3	5	2		7				2	1			S
P.C.	Marfona	18	9	5	3	1				2	4	2	1		S

Field Tests. The results of field tests in the years 2017 and 2018 are presented in Table 13 and 14. In both field tests, the cultivars Deodara, Producent, Talent and Saphir were susceptible to PWD. Particularly, in “Deodara” 21.8% and 6.6% of the tubers were susceptible expressing different levels of susceptibility. The predominant wart symptom in the first tests was a single proliferation <5mm (class 2 - S), and single large proliferation (5–10 mm) (class 3 – S) in the second test. In “Producent” 20.7% and 16.3% of the tubers were susceptible. The predominant wart symptom in both tests was a single proliferation >5mm (2 - S). In “Talent” 9.8% and 16.3% tubers were susceptible. In the first test, the predominant wart symptom was very large warts (class 9-S), and a single large proliferation (5–10 mm) (class 3 – S) in the second test. In “Saphir” 10.2% and 7.0% of the tubers were susceptible. The predominant wart symptom in the first tests were 2 or 3 proliferations (<5 mm) (class 3 – S), and a single proliferation >5mm (class 2 - S) in the second test. On the contrary, the cultivars Gawin, Delcora and Belita expressed high resistance.

Table 13. Reactions of differentials to potato wart using the field test in Skvana village, Khulo municipality, 2017

N	Differential cultivars	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tuber eyes	Rotten	Disease severity (Scale 1-9)									
					1 class	2 class	3 class	4 class	5 class	6 class	7 class	8 class	9 class	Overall reaction
1	Gawin	244	0	9	235	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
2	Deodara	303	66	18	219	17	20	9	0	0	5	9	6	3 (S)
3	Producent	276	57	0	219	31	8	1	5	9	3	0	0	2 (S)
4	Delcora	188	0	4	184	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
5	Belita	210	0	5	205	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
6	Talent	204	20	0	184	1	3	3	1	0	2	4	6	9 (S)
8	Saphir	235	24	0	211	6	8	2	1	0	3	3	1	3 (S)
P.C.	Marfona	24	7	0	17	2	3	0	0	0	0	0	2	3 (S)

Table 14. Reactions of differentials to potato wart using the field test in Uchkho village, Khulo municipality, 2018

N	Differential cultivars	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tuber eyes	Rotten	Disease severity (Scale 1-9)									
					1 class	2 class	3 class	4 class	5 class	6 class	7 class	8 class	9 class	Overall Reaction
1	Gawin	331	0	0	331	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
2	Deodara	271	18	0	253	15	3	0	0	0	0	0	0	2 (S)
3	Producent	343	56	14	273	25	10	3	4	1	11	1	1	2 (S)
4	Delcora	226	0	0	226	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
5	Belita	145	0	0	145	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (R)
6	Talent	178	29	0	149	10	19	0	0	0	0	0	0	3 (S)
8	Saphir	115	8	0	107	8	0	0	0	0	0	0	0	2 (S)
P.C.	Marfona	21	5	0	16	1	0	0	4	0	0	0	0	5 (S)

Differential cultivars showed the similar levels of susceptibility in the field, pot and Glynne-Lemmerzahl tests (Table 15). The differential cultivars Deodara, Producent, Talent and Saphir were susceptible to the isolates pw 14, pw 15 and pw 16 originated from the villages of Skvana, Uchkho and Dzirkvadzebi, respectively. Furthermore, the cultivars Gawin, Delcora and Belita expressed a resistant response to the above-mentioned isolates.

Similar susceptibility levels were obtained by comparing the susceptibility results with the standard differential cultivars set referred in EPPO Diagnostic protocol (EPPO, 2017), while in these tests we used one extra differential cultivar the “Delcora”. Based on the results it is concluded that the pathotype, found in the villages of Didajara, Skvana, Uchkho and Dzirkvadzebi, resembles the pathotype 38 (Nevsehir) in its responses.

Table 15. Overall results of susceptibility levels of the differential cultivars to the pathotype 38(Nevsehir) using field, pot and Glynne-Lemmerzahl tests

N	Differential cultivars	Isolate pw 14 (origin vill. Skvana)		Isolate pw 15 (origin vill. Uchkho),		Isolate pw 16 (Origin vill. Dzirkvadzebi)	
		Field Test	Pot test	field test	Pot test	Pot test	Glynne-Lemmerzahl test
1	Gawin	R	R	R	R	R	R
2	Deodara	S	S	S	S	S	S

3	Producent	S	S	S	S	S	S
4	Delcora	R	R	R	R	R	R
5	Belita	R	R	R	R	R	R
6	Talent	S	S	S	S	S	S
7	Saphir	S	S	S	S	S	S
PC	Marfona	S	S	S	S	S	-

2.3. Analysis of the Population of *S. endobioticum* Distributed in Ushguli, Mestia Municipality.

Infected tuber and soil samples collected from the infested loci in the village of Ushguli of the municipality of Mestia were used in the laboratory and pot tests to identify the pathotype. Glynne-Lemmerzähl test was conducted in the laboratory in 2018-2019. Infected tubers collected in the infested foci of the village of Ushguli were used for the compost (Table 16).

Table 16. Reactions of differentials to isolate pw17 originating from the village of Ushguli, Mestia municipality using Glynne Lemmerzähl test

Differential cultivars	Numbers of tubers	Reactions of differentials											
		Resistant (0 - F)				Susceptible (R- X)							
		0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V	X	
Test 1													
Gawin	14	14											R
Deodara (p.c.)	12	5				1	3	1					S
Belita	14	14											R
Delcora	15	15											R
Talent	16	13		3									R
Producent	15	3					2	1					S
Saphir	14	7					3	2	2				S
Test 2													
Gawin	15	14											R
Deodara (p.c.)	14	9				1	2	2					S
Belita	15	15											R
Delcora	15	15											R
Talent	15	14											R
Producent	13	10	2			1							S
Saphir	15	6				1	3	3	2				S
Test 2													
Gawin	16	14	2										R
Deodara (p.c.)	10	7				2	1						S
Belita	16	16											R
Delcora	16	16											R
Talent	13	13											R
Producent	14	8		4			2						S
Saphir	14	7				2	2	2	1				S

As the table 17 shows, cultivars Gawin, Delcora, Talent and Belita were resistant to PWD (pw17), and cultivars Deodara, Producent and Saphir showed a weakly susceptible and susceptible reaction. In accordance with the Pot test results (Table 17) the most of the tubers of cultivars Gawin, Delcora, Belita and Talent also showed resistant reactions to PWD (pw17) and cultivars Deodara, Producent and Saphir were susceptible.

Table 17. Reactions of differentials to isolate pw17 originating from the village Ushguli, of Mestia municipality using pot test

N	Differential cultivars	Numbers of tubers	Diseased tubers	Resistant (0- F)				Weakly susceptible	Susceptible (I - X)						Reaction	
				0	-	P	F	R	I	II	III	IV	V	X		
1	Gawin	21	-	21												R

2	Deodara	15	8	9	1	3	3	2				S
3	Producent	18	6	12			4	2				S
4	Delcora	20		20								R
5	Belita	23		20								R
6	Talent	22	0	19	4							R
7	Saphir	21	9	11			3	4	2			S

So, comparing the results of the study of pathotypes distributed in Khulo and Mestia municipalities, it was found that the set of potato differentials had different reactions to them. In particular, unlike the PW population prevalent in Khulo, the differential cultivar Talent showed a resistant reaction to the isolate pw17 spread in the village Ushguli. On the base of the reactions of differential cultivars to isolate pw 17 the pathotype 2(G1) was identified. Nevertheless, it should be noted that the results obtained are not final and reliable at this stage since the severity of the disease on positive control cv. Deodara in the tests was very low. Therefore, studies on the pathotype structure of PWpopulation spread in Ushguli should be continued in the future.

As it was mentioned above, the identification of pathotypes is based on the reactions of the differential cultivars to a certain isolate, but to compare pathotypes identified worldwide is very difficult because different countries use their own (different) set differential cultivars. Therefore, a standard set of differential cultivars has been changed several times. In 2004, EPPO suggested a set of differential cultivars that are used to identify the pathotypes: 1 (D1), 2 (G1), 6 (O1), 8 (F1) and 18 (T1) which are common in EU. According to the literature sources, there are about 40 known pathotypes worldwide that are included in the EPPO list. A set of differential cultivars suggested by EPPO in 2004 underwent changes in the following years. Namely, the variety Eersteling was replaced by the variety Evora, the variety Comb was replaced by the variety Irga, the variety Talent was replaced by the varieties Delcora and Miriam, and the variety Ulme was replaced by the varieties Ikar and Gawin. It is known that with the addition of cultivars to a differential set, theoretically only more pathotypes can be identified (Kernkamp, 1965). This has been done very often in the past; moreover sometimes completely different sets of cultivars existed between (European) countries.

In order to harmonise pathotype identification, the Euphresco SENDO project initialised the organisation of interlaboratory tests to lay down a harmonised, standardised set of cultivars, later implemented into the latest version of the EPPO Diagnostic Protocol (EPPO, 2017). According to the latest Protocol a new set of differentials includes cultivars Deodara, Producent, Gawin, Talent, Saphir and Belita. These differntials and extra cultivar Delcora were used in our trials. Tests performed in Georgia included extra differential cultivar Delcora, making the total set of cultivars used more similar to the set used in the earlier study with Turkish isolates.

The isolates of the same geographical origin pw13 and pw13N (tested in Georgia and the Netherlands) and other isolates (pw14, pw15, pw16), showed the same reactions to the standard set of differentials offered by the EPPO protocol (2017). The cultivars: Deodara, Producer, Talent, and Saphir showed susceptible reactions, while Gawin and Belita showed a resistant reaction. The reactions of these differentials to the “Georgian” and “Turkish” isolates, are also same but according to the reaction of the cultivar Delcora, the Georgian pathotype is different from the Turkish pathotype 38(Nevserih). The differential cultivar Delcora reacted as resistant to Georgian isolates and susceptible to the Turkish isolates.

On basis of research results presented in this work it can be conclude that based on the standardised set of differential cultivars (EPPO, 2017) the pathotype found in Georgia is not known from Europe (EPPO, 2017). In its reactions, this pathotype resembles pathotype 38(Nevşehir) detected in (the non-European part of) Turkey.

3. SCREENING POTATO CULTIVARS FOR RESISTANCE TO POTATO WART

Totally, 49 introduced potato varieties were evaluated in this study to PWD using pot and field experiments. Field tests were conducted in the villages Skvana and Uchkho in Khulo municipalities. The samples of soil and diseased tubers originating from the villages Didajara, Skvana, Uchkho and Dzirkvadzeebi of Khulo municipality were used for pot tests.

Seventeen varieties of potatoes were planted in May and harvested in September 2017 in the private home garden of the village Skvana in the municipality of Khulo. The majority of tested varieties (88.2%) were susceptible to disease. Only two varieties Sylvana and Provento showed resistant reaction to PWD (Table 18). The disease development varied between 26.8-66.7%. The lowest disease incidence was on variety Saturna (26.8 %) and the highest incidence – on variety Agria (66.7%). Also, the high incidence was scored on varieties Laura, Marabel(55.6%), Alwara(43%), Javakheturi(40%), Uladar(36%), Glorietta(39%), Meskhuri (36%), Skarb(34.5%) and Estela(34%).

Table 18. The reaction types of potato cultivars to pw14 during the field test in the village Skvana

N	Potato cultivars	Total number of tubers	Diseased tubers	Rotten	Disease severity by rating on the scale of 1-9									Reaction Type
					1 Class	2 Class	3 Class	4 Class	5 Class	6 Class	7 Class	8 Class	9 Class	
1	Marfona	21	8		13	2		1	4		1			5 (S)
2	Marabel	13	5	1	7		5							3 (S)
3	Briz	44	13		31	1	2		3	2	5			7 (S)
4	Lileya	76	23		53	7	3	5	5	1	1	1		2 (S)
5	Uladar	31	11		20		4	3	2	2				2 (S)
6	Agria	6	4		2		1	2	1					4 (S)
7	Impala	52	16		36	2	4	5	3	2				4 (S)
8	Laura	9	5		6		3	1	1					3 (S)
9	Saturna	71	19	1	52			3	4	6	1	2	1	6 (S)
10	Sylvana	69			69									1 (R)
11	Glorietta	23	9	16	14	2	3	1	2	1				3 (S)
12	Meskhuri	21	8	11	13	4	2	1	1					2 (S)
13	Skarb	26	9			17			5	2	1	1		2(S)
14	Estrela	32	11		21	2			4	2	2	1		5 (S)
15	Alwara	28	12		16		3	4	2	2	1			2 (S)
16	Javakheturi	20	8			3	2	2	1					2 (S)
17	Provento	36			36									1 (R)

According to the scale of disease severity, 15.4% of the infected tubers belonged to class 2 (Single proliferation (<5 mm), 19.5% - class 3 (a single large proliferation (5–10 mm), 20, 1 % - class 4 (Several small warts (5–10 mm), 20, 1% - class 5 (Several medium-sized warts (>10 mm), 12.8% - class 6 (Several large warts, beginning deformation of the tuber), 7.4% - class 7 (Large warts with a diameter of >10 mm and disruption of tuber formation), 2.7% - class 8 (Very large warts, but individual tubers still recognizable), 2.0% - class 9 (Very large warts, no normal tubers present)(Figure 4).

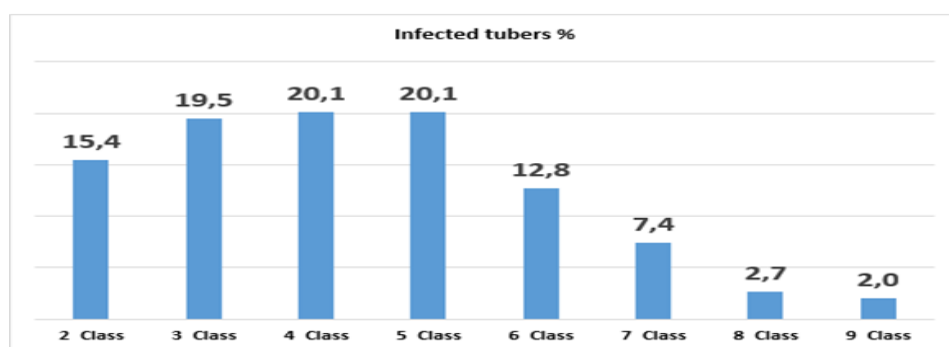


Figure 4. Disease severity of PWD (%) in field test, the village Skvana

During the pot test, using soil samples originated from the village Skvana, the cultivars: Fabula, Provento, Catania, Cardinia, Leandra, Meskhuri tsiteli and Sylvana were resistant to the disease, while 8 varieties were found to be susceptible (Table 19).

Table 19. The reaction types of potato cultivars to PW during the pot test in the Skvana village

N	Potato Cultivars	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tubers	Disease severity by rating on the scale of 1-9									Reaction Type
				1 Class	2 Class	3 Class	4 Class	5 Class	6 Class	7 Class	8 Class	9 Class	
1	Marfona	22	9	9	1	-	1	-	-	2	-	-	7 (S)
2	Marabel	7	3	4	1	-	-	-	-	2	-	-	7 (S)
3	Artemis	11	1	10	1	-	-	-	-	-	-	-	2 (S)
4	Agria	16	3	13	3	-	-	-	-	-	-	-	2 (S)
5	Arinda	15	5	10	4	1	-	-	-	-	-	-	2 (S)
6	Fabula	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
7	Europrima	7	3	4	-	-	3	-	-	-	-	-	4(S)
8	Arnova	5	3	2	-	-	2	-	-	1	-	-	4 (S)
9	Catania	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
10	Cardinia	17	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
11	Omega	6	1	5	-	-	-	-	-	1	-	-	7 (S)
12	Arizona	7	1	6	1	-	-	-	-	-	-	-	2 (S)
13	Leandra	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
14	Meskhuri Tsiteli	7	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
15	Sofia	11	2	9	-	-	-	-	-	2	-	-	7 (S)
16	Sylvana	17	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)
17	Provento	23	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (R)

According to the scale of disease severity (Figure 5), 46,7% of the infected tubers belonged to class 2 (Single proliferation (<5 mm), 6,7 %- - class 3 (a single large proliferation (5–10 mm), 46,7% - class 7 (Large warts with a diameter of >10 mm and disruption of tuber formation).

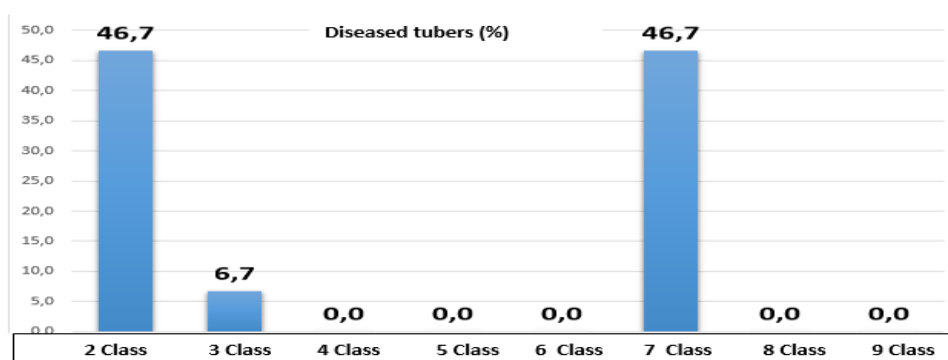


Figure 4. Disease severity (%) of PWD in pot test, the village Skvana

35 varieties of potatoes were planted in May and harvested in the end of July 2018 in the private home garden of the village Uchkho in the municipality of Khulo. Four potato varieties: Provento, Cardinia, Catanea and Leandra were resistant to PWD (Table 20).

Table 20. The results of reaction types of potato cultivars to pw15 during the field test in the village Uchkho

N	Potato cultivars	Total number of tubers harvested	Diseased	Rotten	Disease severity by rating on the scale of 1-9									Reaction Type
					1 Class	2 Class	3 Class	4 Class	5 Class	6 Class	7 Class	8 Class	9 Class	
1	Marfona	24	7		17	2	3						2	3 (S)
2	Sylvana	37	9	3	28	3	4	2						3 (S)
3	Marabel	13	5	1	7		5							3 (S)
4	Europrima	15	14		1	8		3			2	1		2 (S)
5	Bernadette	22	6	1	15	1	3				1		1	3 (S)
6	Figaro	40	10		30	3	4	1				1	1	3 (S)
7	Agria	15	4		11		2	1	1					3 (S)
8	Artemis	20	4		15	3	1							2 (S)
9	Spunta	12	3		2		2	1						3 (S)
10	Estrela	44	14		30	7	1	3	3					2 (S)
11	Alwara	16	11		5	4	1	2	2			1	1	4 (S)
12	Glorietta	21	15		6	12	3							3 (S)
13	Magda	32	7		25		1	3	2	1				4 (S)
14	Panamera	10	4		5	1	2	1						3 (S)
15	Nandina	16	7		9	2	3	2						3 (S)
16	Coronada	8	6			6								2 (S)
17	Cardinia	39	0		39									1 (R)
18	Captiva	22	6	3	13	3	1	2						2 (S)
19	Carlita	29	15		14	3			2			6	4	8 (S)
20	Florente	47	11		36	3	2	1	1			4		8 (S)
21	Jelly	40	9		31	4	3	2						2 (S)
22	Catania	6			6									1 (R)
23	Andrea	26	5		20	3	2	1						2 (S)
24	Leandra	33			33									1 (R)
25	El mundo	32	7	1	24	3	2	2						2 (S)
26	Red Fantasy	17	4		13	2	1	1						2 (S)
27	Pekaro	71	15	15	56	8	5	2						2 (S)
28	Lileya	37	17	5	15	9	1				2	5		2 (S)
29	Skarb	39	39			18				2	15		4	2 (S)
30	Saturna	362	79	128	283	24	18	14	10	5		4	4	2 (S)
31	Briz	321	49		272	19	13	12	2	3				2 (S)
32	Uladar	69	24		45	11	5	4	2	2		1		2 (S)
33	Javakheturi	23	18		5	7	6	1			1		3	2 (S)
34	Meskhuri	45	15		30	4	5	3	2	1				3 (S)
35	Provento	165		8	157									1 (R)

The disease incidence varied between 19.2-93%. The lowest disease incidence was on variety Andrea (19.2%) and the highest incidence on variety Europrima (93.1%). On the varieties Briz, Skarb, Lilea, Glorietta, Karlita, Koronada, Nandina, Panarema, Alwara, Marfona, Marabel and Javakheturi was indicated the high level of disease development (38-89%).

According to the Figure 4, 38 % of the infected tubers belonged to class 2, 22,2 % - to class 3, 15,4 % - to class 4, 7,2% - to class 5, 3,7 % - to class 6, 5,6 %, 4,2% and 4,2% of the infected tubers belonged to class 7, 8 and 9, respectively (Figure 5).

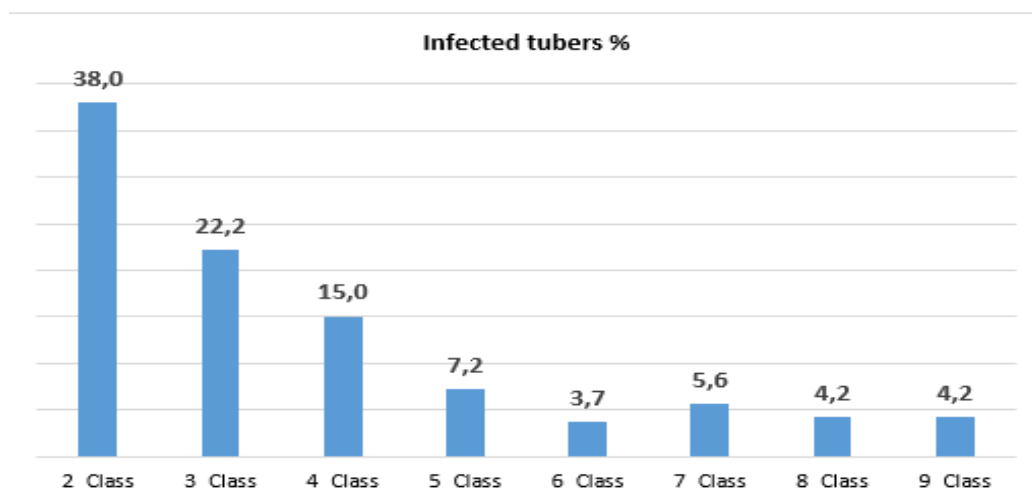


Figure 5. Disease severity of PWD in the field test, the village Uchkho

During the pot test, using soil samples originated from the village Uchkho, out of 14 potato varieties, cultivars: Provento, Meskhuri Tsiteli, Sofia, Leandra, Cardinia and Arizona were resistant to the disease, while 8 varieties were found to be susceptible (Table 21).

Table 21. The reaction types of potato cultivars to PW during the pot test in the village Uchkho

N	Potato Cultivars	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tubers	Disease severity rating on the scale 1-9									Reaction Type	
				1 Class	2 Class	3 Class	4 Class	5 Class	6 Class	7 Class	8 Class	9 Class		
1	Spunta	10	5	5							1	2	2	8(S)
2	Arnova	24	7	17	3			3	1					5(S)
3	Fabula	16	4	12							1	3		9(S)
4	Omega	12	6		1			2		3				2(S)
5	Artemis	11	3	9	1								2	9(S)
6	Meskhuri Tsiteli	11	0	11										1 (R)
7	Sofia	11	0	11										1 (R)
8	Leandra	9	0	9										1 (R)
9	Cardinia	12	0	12										1 (R)
10	Arizona	10	0	12										1 (R)
11	Sylvana	13	2	11	2									2(S)
12	Arinda	13	4	9	2	1				1				2(S)
13	Agria	14	3	11	3									2(S)
14	Marabel	17	5	12	5									2(S)
15	Marfona	13	4	9		1		1				2		8(S)
16	Provento	19		19										1 (R)

According to the Figure 6, 48,5% of the infected tubers belonged to class 2, 3 % - class 3, 9,1 % - class 5, 3,0 % - class 6, 6,7 % - class 7, 9,1 % - class 8 , 21,2 % - class 9.

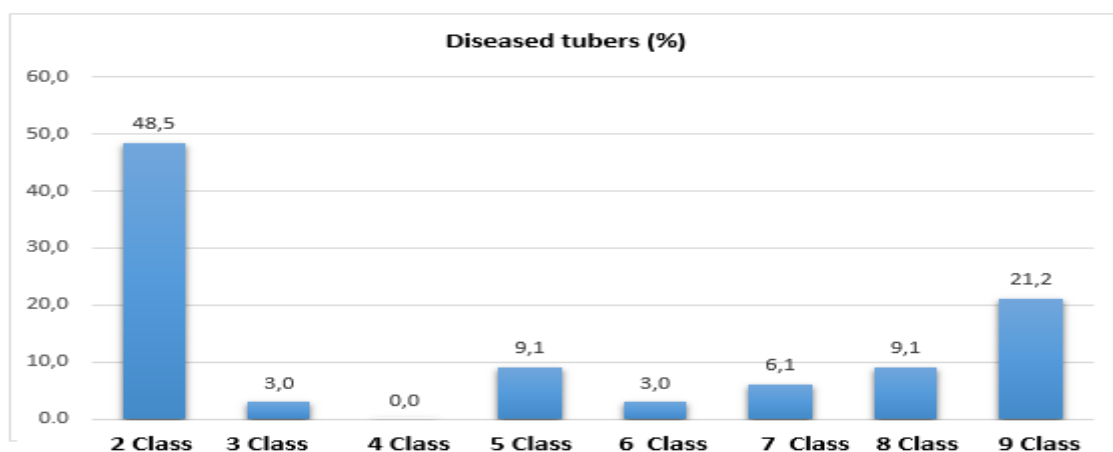


Figure 6. Disease severity of PWD (%), pot test, the village Uchkho

During the pot test, using soil samples originated from the village Didadjara, 4 out of 38 potato varieties: Sofia, Arizona, Fabula and Provento were resistant to the disease, while 33 varieties were found to be susceptible (Table 22).

Table 22. Reaction of potato cultivars to pw13 using pot test

N	Potato cultivars	Number of tuber eyes recorded	Number of diseased tubers	Diseases severity by 1-9 scale									Reaction Type
				1 Class	2 Class	3 Class	4 Class	5 Class	6 Class	7 Class	8 Class	9 Class	
1	Marfona	26	9	10	4	2			3	3	2		2 (S)
2	Nandina	19	7	12		4	1	1	1				3 (S)
3	Glorietta	13	7	6		4		1		2			3 (S)
4	Bernadette	19	4	15	1		2	1	2				4 (S)
5	Arnova	11	6	5		2	1	3					3 (S)
6	Pekaro	39	14	25	7		2	3		2			2 (S)
7	Sofia	13	0	13									1 (R)
8	Agria	16	4	12		2	1	1					3 (S)
9	Spunta	22	7	15	3	2	1	1					2 (S)
10	Panamera	25	5	20		1	3			1			4 (S)
11	Artemis	12	4	8	2	1	1						2 (S)
12	Milva	11	7	11	2	1	1	1			1	1	2 (S)
13	Annalena	21	5	16		2	1	1	1				3 (S)
14	Estrela	18	5	13	1	3	1						3 (S)
15	Arizona	7	0	7									1 (R)
16	Marabel	15	4	11	2	1	1						2 (S)
17	Europrima	7	3	4		3							3 (S)
18	Fabula	25	0	25									1 (R)
19	Caruso	13	5	8		1		2					2 (S)
20	Laura	7	2	5	2								2 (S)
21	Sylvana	12	2	10	2								2 (S)
22	Omega	20	8	12	4	3	1						2 (S)
23	Finca	30	7	23	6	1							2 (S)
24	Figaro	23	5	18	1	3	1						3 (S)
25	Arinda	11	8	3	4	2		2					4 (S)
26	Sante	22	6	16			3			2		1	4 (S)
27	Jelly	12	4	8	1	1	2						4 (S)
28	Impala	21	12	9	3	5	3		1				3 (S)
29	Alwara	13	5	8	3	1	1						2 (S)
30	Saturna	20	6	14	2	1	1				1	1	2 (S)
31	Skarb	12	5	7	2	1	1	1					2 (S)
32	Briz	18	8	10	2	2	3	1					4 (S)
33	Lileya	20	11	9	4	3	2			2			2 (S)

34	Uladar	17	6	11		2		3	1			5 (S)
35	Meskhuri Tsiteli	15	7	8		2	3	1	1			4 (S)
36	Meskhuri	18	6	12				3	2	1		5 (S)
37	Javakheturi	16	5	11			1	3	1			5 (S)
38	Provento	28	0	28								1 (R)

In accordance with the Figure 7, 27, 8% of reactions belonged to type II, 16.1% - to type III , 20.0% - to type IV, 17.8% - to type V, 14.2% -to type VI and VII, 2.2 and 1.7% of reactions belongs to types VIII and IX, respectively.

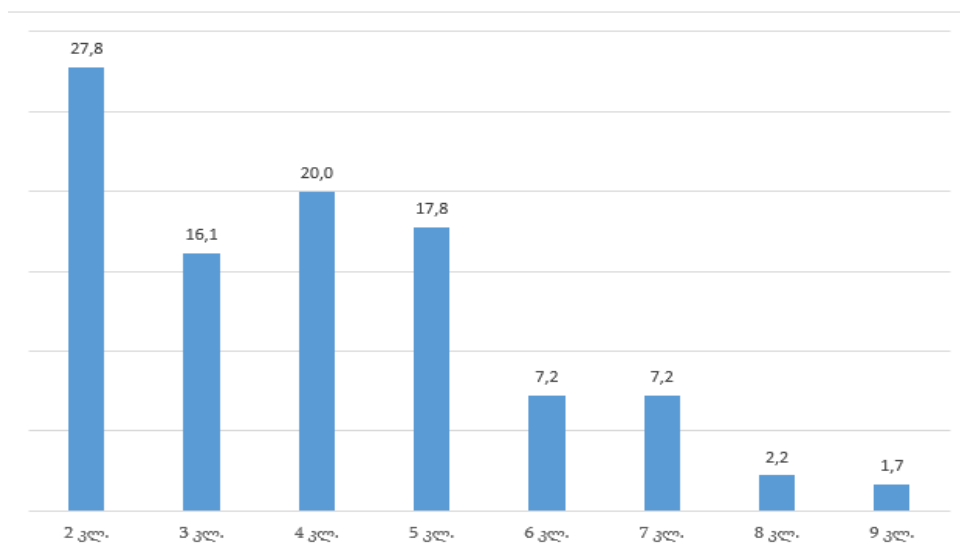


Figure 6. Disease severity (%) of PW in the pot test using the isolate pw13, the village Didajara

As shown from field and pot tests of potato cultivars to PW population spread in Khulo region the majority of cultivars was susceptible but populations from Skvana, Uchkho and Didajara villages were differed each others by aggressiveness (number of infected tubers). For example, in pot tests of Skvana the number of infected tubers on the cultivars Marfona, Marabel and Agria was 40.9%, 55.6% and 66.7% respectively, while in pot tests of Uchkho the aggressiveness was 36.4%, 42.9 and 18.8%, respectively. The number of infected tubers was also lower in Didajara pot test than in Skvana pot test. In addition, PW population from Skvana characterized with high severity.

So, as shown in table 23, not all test varieties were included in all trials due to the lack of potato seeds. Most of potato varieties (Marfona, Marabel, Uladar, Skrab, Saturna, Briz, Lillea, Estrella, Alvara, Agria, Artemis, Glorietta, Arinda, Spunta, Arnova, Omega, Europrima, Artemis, Meskhuri) showed a susceptible reaction to the isolates originating from villages of Skvana, Uchkho and Didajara. The Cultivars Figaro, Bernadette, Panamera, Nandina, Jelly, Impala, Laura, Pekaro and Javakheturi showed a susceptible reaction to the isolates which were originated from villages Didajara and Uchkho, and these cultivars were not tested to population from the village Skvana. The Cultivars Magda, Coronada, Captiva Carlita, Florente, Elmundo, Andrea, Red Fantasy were susceptible to PWD in the field test of the village Uchkho. The varieties Finca, Caruso, Annalena, Sante and Milva were tested by only pot test to isolate pw13 from the village Didajara and they showed susceptible reactions. Some varieties (Sofia, Sylvana, Arizona, Fabula, Meskhuri tsiteli,) showed different reactions during field and pot tests and they need to be further tested. Varieties Cardinia, Catania, Leandra and Provento showed resistant reaction to the wart in all experiments.

Table 23. Reaction of potato varieties to potato wart disease in all tests

N	Potato cultivars	Pot test to Didachara isolate (2016)	Field Test to Skvana isolate (2017)	Pot test to Skvana isolate (2019)	Field Test to Uchkho isolate (2018)	Pot test to Uchkho isolate (2018)
1	Marfona	S	S	S	S	S
2	Sylvana	S	R	R	S	S
3	Marabel	S	S	S	S	S
4	Europrima	S	-	S	S	-
5	Bernadette	S	-	-	S	-
6	Figaro	S	-	-	S	-
7	Agria	S	S	S	S	S
8	Artemis	S	-	S	S	R
9	Skrab	S	S	-	S	-
10	Estela	S	S	-	S	-
11	Alwara	S	S	-	S	-
12	Omega	S	-	S	-	S
13	Glorietta	S	S	-	S	-
14	Magda	-	-	-	S	-
15	Panamera	S	-	-	S	-
16	Nandina	S	-	-	S	-
17	Coronada	-	-	-	S	-
18	Cardinia	-	-	R	R	R
19	Captiva	-	-	-	S	-
20	Carlita	-	-	-	S	-
21	Florente	-	-	-	S	-
22	Jelly	S	-	-	S	-
23	Sante	S	-	-	-	-
24	Catania	-	-	R	R	-
25	Andrea	-	-	-	S	-
26	Leandra	-	-	R	R	R
27	El mundo	-	-	-	S	-
28	Red Fantasy	-	-	-	S	-
29	Lileya	S	S	-	S	-
30	Spunta	S	-	-	S	S
31	Pekaro	S	-	-	S	-
32	Saturna	S	S	-	S	-
33	Briz	S	S	-	S	-
34	Uladar	S	S	-	S	-
35	Impala	S	S	-	-	-
36	Laura	S	S	-	-	-
37	Arnova	S	-	S	-	S
38	Sofia	R	-	S	-	R
39	Annalena	S	-	-	-	-
40	Arizona	R	-	S	-	R
41	Fabula	R	-	R	-	S
42	Caruso	S	-	-	-	-
43	Finca	S	-	-	-	-
44	Arinda	S	-	S	-	S
45	Milva	S	-	-	-	-
46	Javakheturi	S	-	-	S	-
47	Meskhuri	S	S	-	S	-
48	Meskhuri tsiteli	S	-	R	-	R
49	Provento	R	R	R	R	R

As a result of the literature review, it turned out that the response of some cultivars to PWD is similar to the research results conducted in other countries. For example, the Dutch varieties resistant to pathotype 1(D1): Marfona, Marabel, Jelly, Spunta, Sante and Agria were susceptible to the disease in both studies conducted in Georgia and Turkey. However, the Dutch variety Provento resistant in our tests showed the susceptible reaction in Turkish study (Gunacti and Erkilic, 2010). Resistant German cultivars: Leandra and Katanea showed a resistant reaction to PWD in our trials

too. Some potato varieties, which are resistant to the pathotype 1(D1) according to the catalog, were susceptible to PWD in our studies.

In addition, resistant potato varieties selected as a result of primary screening require an additional assessment of the degree of resistance under severe artificial infectious conditions using laboratory methods. It is not recommended to grow the selected resistant potato varieties in disease foci, but they can be tested in buffer zones.

As the results of our study show, there are some problems in assessing the resistance of varieties to PWD, which is due to many reasons. The methodology for assessing the resistance of potato varieties to PWD has not been standardized yet. More reliable results will be obtained if molecular genetic testing of disease resistance is used. Studies on molecular markers that provide resistance to various pathotypes are currently conducting in some countris.

CONCLUSIONS

1. The distribution of Potato wart disease is restricted in Georgia;
2. The area of distribution of PWD includes Khulo and Mestia municipalities;
3. The incidence and severity of PWD varies depending on disease foci and varieties of potatoes;
4. The soil infestation level was very high in the village Ushguli of Mestia municipality and in the villages Skvan, Rakvta, Dioknisi of Khulo municipality;
5. The pathotype 38(nevsehir), identified in Khulo municipality, is similar to the pathotype common in Turkey;
6. The pathotype 2(G1) was identified in the Ushuguli village of Mestia municipality;
7. As a result of the research, quarantine zones were determined in Khulo and Mestia districts;
8. As a result of the study, highly resistant potato varieties: Kardinia, Katanea, Leandra and Provento were selected.

RECOMMENDATIONS

1. It is recommended to continue monitoring the potato wart in Georgia;
2. It is necessary to continue the study of the population of *S. endoboticum* by molecular markers;
3. It is recommended testing of agricultural characteristics of the selected resistant varieties to PWD should be continued in the future;
4. It is necessary to implement appropriate quarantine phytosanitary measures in disease foci in the municipalities of Khulo and Mestia to prevent the spread of the disease.