

**სსპი- ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი**

**ფიტოპათოლოგიის და ბიომრვალფეროვნების
ინსტიტუტი**

**კარტოფილის ბაქტერიული დაავადებების
მართვის მეთოდური რეკომენდაციები**

**ბათუმი
2024**

ნაშრომი გამოცემულია შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო საგრანტო პროექტის **FR-21-1778** „საქართველოსთვის ეკონომიკუხად მნიშვნელოვანი დაავადების - კახოფიდის ხბიდი სიღამპდის გამომწვევი ბაქტერიების სახეობიივი მხავადფეხოვნებისა და მათ მიმახთ ბაქტერიოფაგების მგხძნობელობის შესწავლა“ ფარგლებში.

მეთოდური რეკომენდაციები მომზადებულია პროექტის ძირითადი მონაწილეების გადინა მეფახიშვიდის, მაკა მუხადაშვიდის და ზოია სიხახუდიძის მიერ და გამიზნულია კარტოფილის პათოლოგიების მკვლევართა, აგრარული პროფილის აკადემიური პერსონალის, სტუდენტების, ფერმერებისა და კარტოფილის წარმოებით დაინტერესებული სხვა პირებისთვის.

ნაშრომში განხილულია საქართველოში გავრცელებული კარტოფილის ძირითადი ბაქტერიული დაავადებების გამომწვევი მიკროორგანიზმების ბიოლოგიური, ეკოლოგიური და ეპიდემიოლოგიური თავისებურებები, და მოცემულია ბაქტერიული დაავადებების მართვის მეთოდები, საშუალებები და რეკომენდაციები.

რეცენზენტი: თამაჩ ედიაშვიდი - გ. ელიავას სახელობის ბაქტერიოფაგიის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტი, მიკრობთა ეკოლოგიის ლაბორატორიის მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი

რედაქტორი: მახინე თედიაშვიდი - გ. ელიავას სახელობის ბაქტერიოფაგიის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტი, მიკრობთა ეკოლოგიის ლაბორატორიის ხელმძღვანელი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი

ISBN 978-9941-9890-5-6

შესავალი

კარტოფილი ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი, ფართოდ გავრცელებული სასოფლო-სამეურნეო და ძირითადი სასურსათო კულტურაა მსოფლიოში თავისი მრავალმხრივი გამოყენებითა და ძვირფასი კვებითი თვისებების გამო. კარტოფილი მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს სახამებელს, ცილებს, შაქარს და C ვიტამინს. B1 ჯგუფის ვიტამინის შემცველობით იგი ჯობნის კომბოსტოს, პომიდორს, სტაფილოსა და ხახვს. კარტოფილი შეიცავს, აგრეთვე, სხვა ვიტამინებსაც A1, B1, B6, PP. დღეს კარტოფილი მსოფლიოში მეხუთე ყველაზე მნიშვნელოვანი კულტურაა ხორბლის, სიმინდის, ბრინჯის და შაქრის ლერწმის შემდეგ. მაგრამ მე-18 საუკუნეში კარტოფილის ტუბერი, როგორც საკვები, გამოაგნებელი სიახლე იყო, ზოგისთვის - საშიშიც კი.

კარტოფილის სამშობლო სამხრეთ და ცენტრალური ამერიკაა. ევროპაში კარტოფილი ესპანელებმა მე-16 საუკუნის მეორე ნახევარში შეიტანეს. დღეისათვის კარტოფილი გავრცელებულია და მოჰყავთ მსოფლიოს თითქმის ყველა ქვეყანაში. 1990-იანი წლების დასაწყისამდე კარტოფილის ძირითადი მწარმოებლები იყვნენ ევროპის, ჩრდილოეთ ამერიკისა და ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნები. მას შემდეგ კარტოფილის წარმოება და მოთხოვნა მკვეთრად გაიზარდა აზიაში, აფრიკასა და ლათინურ ამერიკაში, სადაც პროდუქცია გაიზარდა 1960-2007 წლების განმავლობაში 30 მილიონი ტონა-დან 165 მილიონ ტონამდე. ახლა ჩინეთი არის კარტოფილის უმსხვილესი მწარმოებელი და კარტოფილის თითქმის მესამედი ჩინეთსა და ინდოეთშია მოყვანილი.

საქართველოში კარტოფილი მე-17 საუკუნის 20-იან წლებში გაჩნდა თბილისის მახლობლად. 1913 წელს კარტოფილის ნათესებმა უკვე 6800 ჰა-ს მიაღწია. ხოლო დღეს კარტოფილის ნათესი ფართობი 20-22 ათასი ჰა-ია. საქართველოში კარტოფილს თესავენ ახალქალაქის, ახალციხის, წალკის, დმანისის, მარნეულის, ბოლნისის, თეთრიწყაროს, ხულოს და შუახევის მუნიციპალიტეტებში, მოჰყავთ მთაშიც (სვანეთი, რაჭა), სადაც ნათესები ზღვის დონიდან 2200-2300 მ-მდე აღწევს. საქართველოში კარტოფილის წარმოება ერთ-ერთი პრიორი-ტეტული მიმართულებაა, იგი ერთ-ერთ მთავარ პროდუქტს წარმოადგენს მოსახლეობის კვების რაციონში. საშუალოდ ქვეყანაში კარტოფილის წლიური მოხმარება ერთ სულ მოსახლეზე 55 კილოგრამია. მიუხედავად ამისა, ქვეყანაში მეკარტოფილეობის სექტორის ეფექტურობის დონე ძალიან დაბალია და მნიშვნელოვნად ჩამორჩება განვითარებადი ქვეყნების საშუალო

მაჩვენებელს. საქართველოში 2015 წლიდან მნიშვნელოვნად მცირდება კარტოფილის ნათესი ფართობების მოცულობა. 2015 წელს ქვეყანაში კარტოფილი 22.4 ათას ჰექტარზე იყო გაშენებული, 2022 წელს კი მისი რაოდენობა 17.0 ათას ჰექტარს, ხოლო კარტოფილის წარმოება - 208.6 ათასი ტონას შეადგენდა. კარტოფილის მოსავლიანობაც საქართველოში დღითიდღე მცირდება. 2021-2022 წლების მონაცემებით, მისი საშუალო საჰექტარო მოსავლიანობა 11.6-13.1 ტონას შეადგენს, აღნიშნული დაახლოებით 2.6-ჯერ ნაკლებია ევროპის ქვეყნებში კარტოფილის საშუალო საჰექტარო მოსავლიანობაზე (34.5 ტონა/ჰა). ამასთან, ბოლო ხუთი წლის მონაცემებით, სტაბილურად მზარდია კარტოფილის ფასი. 2021 წელს 2016 წელთან შედარებით 35%-ითაა გაზრდილი ერთი კილოგრამი კარტოფილის საშუალო წლიური ღირებულება, რაც ლარის გაუფასურებით და ნათესი ფართობების შემცირებით აიხსნება. საქართველოში კარტოფილზე მოთხოვნილება წლიდან წლამდე იზრდება. უკანასკნელ წლებში კარტოფილის მოხმარება ერთ სულ მოსახლეზე 40 კილოგრამიდან თითქმის 60 კილოგრამამდე გაიზარდა. 2019-2022 წლების მონაცემების მიხედვით საქართველოში კარტოფილის წარმოების წლიური პოტენციალი საშუალოდ 210,000 ტონას შეადგენს.

ჩვენს ქვეყანაში მეკარტოფილეობის დარგის განვითარების დაბალი მაჩვენებელი, განპირობებულია რიგი ფაქტორებით, როგორცაა: დაბალი ხარისხის სათესლე მასალის გამოყენება, თანამედროვე ტექნიკის გამოყენების დაბალი პრაქტიკა, საირიგაციო სისტემების არარსებობა, სასოფლო - სამეურნეო მიწების სიმძიმე და სხვა.

საქართველოში კარტოფილის მოყვანა თითქმის არ ეყრდნობა ადგილობრივ სელექციას და თესლის წარმოებას. დღეისათვის საქართველოში პრაქტიკულად არ იწარმოება კარტოფილის სათესლე მასალა. გაუქმებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ადგილობრივი მეთესლეობის ბაზები. საქართველოს აგრარული სექტორი მთლიანად არის დამოკიდებული კარტოფილის იმპორტულ სამრეწველო თესლზე. იმპორტირებული თესლი, რომელიც კარტოფილის თესლზე ადგილობრივი მოთხოვნილების მხოლოდ 10%-ს აკმაყოფილებს, საკმაოდ ძვირია. საქართველოში კარტოფილის თესლის 70% არის წარმოებული მცირე ფერმერების მიერ თავიანთ მეურნეობებში. ისინი ნაკლებად არიან გათვითცნობიერებულები თესლის ხარისხის შენარჩუნების პრაქტიკაში, რაც მნიშვნელოვნად აუარესებს მის ხარისხს. მაგალითად, არ ხდება სათესლე მასალის დასაწყობება პირობების

დაცვით, რის გამოც თესლის უმეტესობა განიცდის დეგენერაციას. პრობლემაა, ასევე, ევროპიდან იმპორტირებული მასალის უშუალოდ ფერმერებზე განაწილება, რადგან შემოტანილი ჯიშები, როგორც წესი, ადგილობრივ კლიმატთან არ არის ადაპტირებული და ხშირად მიმღებია მავნებელ-დაავადებების მიმართ. ამასთან, შემოტანილი ჯიშების გავრცელებისას მაღალია საკარანტინო მავნებელ-დაავადებათა გავრცელების რისკიც.

სწორედ, ესაა ის მიზეზები, რის გამოც ქვეყანაში დაბალია კარტოფილის საშუალო მოსავლიანობა და წარმოების მაჩვენებელი. მაგალითად, 90-იან წლებში თითქმის მოშლილი იყო საზღვრებზე შემოტანილი საქონლის ბიოლოგიური კონტროლი, საქართველოში მოღვაწე უცხოურმა ორგანიზაციებმა შემოიტანეს გერმანული და ჰოლანდიური კარტოფილის ჯიშების სარგავი მასალა და მათი დიდი უმრავლესობა (მარფონა, აგრია, დეზირე, მარაბელი, პიკასო, ტიმოთე, კოლეთე, და სხვ.) დღეს წარმოებაშია. სწორედ, საბაჟო სამსახურის არაპროფესიული საქმიანობის გამო გავრცელდა 90-იანი წლებიდან საქართველოში რამდენიმე საკარანტინო დაავადება (კარტოფილის კიბო, კარტოფილის მურა, რბილი და რგოლური სიდამპლე).

როგორც ვეგეტატიურად გამრავლებადი კულტურა, სათესლე კარტოფილი ახდენს მავნებლების, პათოგენების და განსაკუთრებით ვირუსების აკუმულირებას უწყვეტი კულტივირების სეზონზე, რაც თავის მხრივ იწვევს მოსავლიანობის შემცირებას და პროდუქტის ხარისხის გაუარესებას. ევროპასა და აშშ-ში ჯერ კიდევ მე-20 საუკუნის დასაწყისში შეიმუშავეს თესლის სერტიფიცირების სისტემები, რაც ძალიან წარმატებით მუშაობს დღემდე და უზრუნველყოფს ფერმერებს მაღალხარისხიანი თესლით.

სტრატეგიული სასოფლო სამეურნეო კულტურების დაავადებებთან ბრძოლა დღემდე რჩება ერთ - ერთ აქტუალურ პრობლემად მთელ მსოფლიოში, განსაკუთრებით, როცა დაავადება მამუტაბურ ხასიათს იღებს და ქვეყანას მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ზარალს აყენებს. კარტოფილის მაღალი და სტაბილური მოსავლის მისაღებად აუცილებელია კარტოფილის წარმოებისათვის საჭირო ყველა ტექნოლოგიური წესის შესრულება, მათ შორის მავნე ორგანიზმებთან ბრძოლის ღონისძიებების გატარება, რასაც თავის მხრივ საფუძვლად უდევს რიგი აგროტექნიკური, ბიოლოგიური, ქიმიური და სხვა ტექნოლოგიების კომბინირებული გამოყენება (Wolf et al., 2021).

ბაქტერიული დაავადებები

კარტოფილის მურა სიდამპლე

გამომწვევი: *Ralstonia solanacearum*



კარტოფილის დაავადებებს შორის ერთ-ერთ სერიოზულ და ეკონომიკურად მნიშვნელოვან დაავადებას წარმოადგენს მურა სიდამპლე, რომლის გამომწვევია ნიადაგის ბაქტერია *Ralstonia solanacearum*. იგი აავადებს 50 ოჯახის სხვადასხვა მცენარეს (Hayward, 1991). კარტოფილის მურა სიდამპლე ძალიან ფართოდაა გავრცელებული ტროპიკებში, სუბტროპიკებში, თბილი და ზომიერი კლიმატის მქონე მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში: დიდი ბრიტანეთი, საფრანგეთი, საბერძნეთი, იტალია, ჰოლანდია, პოლონეთი, რუმინეთი, ბულგარეთი, იუგოსლავია, პორტუგალია, კანადა, ავსტრალია. აშშ, ჩინეთი, ინდოეთი, ირანი, ისრაელი, იაპონია, ლატვია, მოლდავეთი, ბელარუსი, ბელგია, თურქეთი, უკრაინა, სომხეთი, ფილიპინები, უგანდა, ტუნისი, კენია, ახალი ზელანდია და სხვა (CABI, 2003). გავრცელების შემთხვევაში დაავადებამ შესაძლოა გამოიწვიოს მოსავლიანობის დაქვეითება 30-დან 70%-მდე (Russell, 2005). ზარალის სიდიდე დამოკიდებულია კარტოფილის ჯიშზე, გავრცელების მასშტაბებსა და კულტურის წარმოების პირობებზე. დაავადება შეიძლება მცენარის ზრდის ნებისმიერ ფაზაში გამოვლინდეს, განსაკუთრებით საშიშია ის ახალგაზრდა ნარგავებში, რადგან ფოთლების ქცნობა და ყლორტების ჩამოცვენა ზოგჯერ მცენარის დაღუპვასაც იწვევს, რასაც მივყავართ მოსავლის სერიოზულ დანაკარგამდე. ის საკარანტინო ობიექტია და შეტანილია ევროპის მცენარეთა პათოლოგიის ორგანიზაციის (EPPO) ე.წ. A2 ნუსხაში, როგორც შეზღუდულად გავრცელებული საკარანტინო ობიექტი (Swanson et al., 2005). საქართველოშიც მას იგივე სტატუსი აქვს. ეს პათოგენი შესულია, აგრეთვე, აგროკულტურათა ბიოტერორიზმის აგენტთა სიაში (Directive 2000/29/EC of 8 May 2000)

სიმპტომები და განვითარება. ეს ბაქტერია თანამედროვე კლასიფიკაციით განეკუთვნება *Proteobacteria*-s კლასს, β - *proteobacteria* ქვეკლასს, *Burkholderiales* რიგს, *Ralstoniaceae* ოჯახს, *Ralstonia* გვარს. *Ralstonia solanacearum* არის გრამ-უარყოფითი, არასპოროვანი, აერობული 0,5-0,7x 1,5-2მმ ზომის ჩხირები. მოძრავ ფორმებს აქვთ პოლარული შოლტი. ოპტიმალური ზრდის ტემპერატურაა 28-32°C, ზოგიერთი ფორმებისთვის

შეიძლება იყოს უფრო დაბალიც -27°C .

ბაქტერიული სიდამპლით დაავადებული კარტოფილის სიმპტომები თითქმის ერთნაირია. მგრძნობიარე ჯიშებში პათოგენი იწვევს ზრდის შენელებას, ფოთლების გაყვითლებასა და ქვნობას. კარტოფილის დაზიანებულ გორგლებში ტუბერების გამტარი რგოლის გასწვრივ გროვდება მონაცრისფრო - თეთრი ბაქტერიული ექსუდატი. ცნობილია, აგრეთვე, კარტოფილის მურა სიდამპლის განვითარების უსიმპტომო ანუ ლატენტური ფორმა, განსაკუთრებით დაბალი ტემპერატურის პირობებში. პათოგენის ეს ფორმა სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებს შენახვისა და დიდ მანძილზე ტრანსპორტირების დროსაც და შეუძლია გამოიწვიოს დაავადება ახალ, ხელსაყრელ გარემო პირობებში მოხვედრისას.

მავნეობა. ბაქტერიული სიდამპლე მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ფართოდ გავრცელებულ და ეკონომიკურად მნიშვნელოვან დაავადებას წარმოადგენს. *R. solanacearum* აავადებს, 450 სახეობის მცენარეს, მათ შორის, მრავალ ეკონომიკურად მნიშვნელოვან კულტურებს. პათოგენის გავრცელების მრავალი გზა არსებობს: კონტამინირებული ნიადაგი, სარწყავი წყლი, ზედაპირული წყლები, დაავადებული მცენარეების გადარგვა და პერსონალის მიერ ინფიცირებული მცენარეთა ქსოვილების გადატანა (Elphistone, et al., 2001). ბაქტერია *R. solanacearum* მცენარეში ჩვეულებრივ იჭრება კარტოფილის ფესვების ჭრილობების მეშვეობით. იგი აღწევს ქსილემაში, შემდეგ კოლონიზირდება მცენარის გამტარ ქსოვილში. პათოგენის სისტემური კოლონიზაცია არღვევს მცენარის გამტარი ქსოვილების ფუნქციას და მცენარე იღუპება სწრაფად. დაავადების შესაძლოა გამოიწვიოს კარტოფილის მოსავლიანობის დაქვეითება 30-დან 70%-მდე. ზარალის სიდიდე დამოკიდებულია კარტოფილის ჯიშზე, გავრცელების მასშტაბებსა და კულტურის წარმოების პირობებზე. *R. solanacearum* შეზღუდულად გავრცელებული საკარანტინო ობიექტია. დაავადებასთან ბრძოლა ძალიან რთულია სხვადასხვა საშუალებებით მისი გამომწვევი აგენტის ადვილად გავრცელების გამო. დაავადების კონტროლის მიზნით, უპირველეს ყოვლისა, ძალიან მნიშვნელოვანია საკარანტინო ღონისძიებების დაცვა.

კარტოფილის შავფეხა ანუ რბილი (სველი) სიდამპლე

გამომწვევი: *Pectobacterium* spp.

Dickeya spp.



სათესლე კარტოფილისთვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საფრთხეს წარმოადგენს ბაქტერიული დაავადება, როგორცაა შავფეხა ანუ რბილი (სველი) სიდამპლე (Tsrer et al., 2009), რადგან დღემდე არ არსებობს მათ წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური საშუალება. შავფეხა ძირითადად ვითარდება კარტოფილის ვეგეტაციის პერიოდში მცენარის ღეროებზე, ხოლო რბილი სიდამპლე კარტოფილის ტუბერებზე საცავებში შენახვის დროს. მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ რბილი სიდამპლის გამომწვევა შეუძლია მიკრო ორგანიზმთა ფართო ჯგუფს, რომლებიც მიეკუთვნებიან *Enterobacteriaceae* - ის ოჯახის ორ სხვადასხვა *Pectobacterium*- ს და *Dickeya*-ს გვარს.

Dickeya spp. სახეობებით გამომწვეული კარტოფილის რბილი სიდამპლე პირველად 2005 წელს ჰოლანდიაში აღმოჩნდა, მას შემდეგ ის სწრაფად გავრცელდა მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში და მის მიერ გამომწვეული ზარალი ყოველწლიურად 25-30 მილიონ ევროს შეადგენს. 2009 წელს დაავადების სამი შემთხვევა გამოვლინდა შოტლანდიაში, 2010 წელს კი-ერთი (William et. al., 2011).

Dickeya spp. სახეობები ძირითადად შეინიშნება თბილ ამინდებში (ჰაერის ტემპერატურა 25°C-ის ზევით). კერძოდ, სახეობა *Dickeya dianthicola* როგორც წესი მშრალი თბილი კლიმატის პირობებში ვითარდება. სხვა სახეობა *Dickeya solani* იწვევს ღეროს სიდამპლეს, რომელიც სწრაფად ვრცელდება მცენარეში და უმოკლე დროში იწვევს ქცნობას და მცენარე შავი ფერისაა დაწყებული ღეროს ძირიდან, ზოგჯერ, ყლორტის წვერიდან და ფოთლის ყუნწებიდან. ტუბერების რბილი სიდამპლე დამახასიათებელია *Dickeya solani* -ით მცენარის ინფიცირებისას.

Dickeya dianthicola პირველად შეინიშნეს ევროპაში ნიდერლანდებში 1970-იან წლებში და მას შემდეგ აღმოჩნდა ევროპის სხვა ქვეყნებშიც: ავსტრია, ბელგია, დანია, ფინლანდია, საფრანგეთი, საბერძნეთი, უნგრეთი, რუმინეთი, ესპანეთი, შვეიცარია, დიდი ბრიტანეთი და სხვა. *Dickeya solani* -ის ახლად წარმოქმნილი შტამის არსებობა ისრაელში დაადგინეს 2005 წელს შემოტანილ კარტოფილის ჯიშებზე. 2007-2009 წლებში *Dickeya solani* -ის ახალი, მეტად აგრესიული შტამი ფართოდ გავრცელდა დიდ ბრიტანეთში ქვეყანაში ინტროდუცირებულ ჯიშებზე.

Dickeya გვარი მასპინძელი მცენარეების მრავალფეროვნებით გამოირჩევა, რამაც განაპირობა მისი ფართო გავრცელება ქვეყნის საზღვრებს გარეთაც. *Dickeya dianthicola* აავადებს პომიდორს, არტიშოკს, ყვავილების ზოგიერთ წარმომადგენლებს. *Dickeya* spp. 6 თვემდე ინარჩუნებს სიცოცხლისუნარიანობას ნიადაგში, ამიტომ მისი გამოზამთრება ძირითადად ხდება ველური ბალახებზე. ის აღმოჩენილი იყო წყალსატევებსა და მდინარეებში.

აღსანიშნავია რომ, კარტოფილის რბილი სიდამპლე საქართველოში პირველად გამოვლენილი იქნა 2008 წელს საქართველოს და ისრაელის მეცნიერთა მიერ ახალქალაქის რაიონში ჯიშებზე: პიკასო, მილვა და ჯელი. დაავადებული კარტოფილის ნიმუშების ისრაელში ჩატარებული გენეტიკური ანალიზის შედეგად დადგინდა რომ, ახალქალაქში გავრცელებულია დაავადების გამომწვევის -*Dickeya chrysanthemi* ბიოვარი 3 (Tsror et. al., 2011). პრობლემა მართლაც საყურადღებოა, რადგან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული ახალგაზრდა მეცნიერთა #YS-19-277 პროექტის ფარგლებში 2019-2021 წლებში ჩატარებული კვლევებით გამოვლინდა კარტოფილის რბილი სიდამპლის გავრცელების მაღალი ინტენსივობა ზემო აჭარასა (ხულოს მუნიციპალიტეტი) და სამცხე-ჯავახეთში (ახალციხისა და ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი). ასევე, ქობულეთის მუნიციპალიტეტის სოფლების

მოსახლეობისთვისაც კარტოფილის რბილი სიდამპლუე მნიშვნელოვანი ხელის შემშლელი ფაქტორი აღმოჩნდა კარტოფილის მოსავლის მიღების გზაზე. დაავადებისგან გამონვეული დანაკარგები საკმაოდ მაღალია როგორც დიდი ფერმერულ მეურნეობებში, ისე - საკარმიდამო ნაკვეთებზე. პროექტის ფარგლებში იდენტიფიცირებული იქნა *Dickeya* spp.-ს 33 შტამი, მათ შორის 21 შტამი მიეკუთვნებოდა *Dickeya solani* (*chrysanthemi*)-ის სახეობას (Muradashvili et al., 2023). კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, არსებობს იმის ალბათობა რომ, მეკარტოფილეობის სხვა ზონაში, პათოგენის სხვა სახეობა ან ბიოვარი იყოს გავრცელებული. 2019-2020 წლებში დასრულებული #YS-19-277 საგრანტო პროექტის ფარგლებში მიღებულმა შედეგებმა ცხადყო, რომ დაავადების გამომწვევი მიკროორგანიზმის მრავალფეროვნების სრული სურათის წარმოჩენის მიზნით, საჭირო იყო კვლევის გაგრძელება, რაც ხორციელდება 2022-2024 წლებში მიმდინარე NFR-21-1778 საგრანტო პროექტის ფარგლებში.

სიმპტომები და განვითარება. დაავადებას „შავფეხა“ შემთხვევით არ შეარქვეს, რადგან ამ ავადმყოფობის გარეგნული სიმპტომები მთლიანად შეესაბამება მის სახელწოდებას. *Pectobacterium* -ით გამონვეული დაავადების ნიშნები, პირველ რიგში, ვითარდება მცენარის ფესვის ან ფესვის ყელის არეში, ჯერ მოშავო პატარა ლაქების სახით, რომლებიც შემდეგში ერთიანდებიან და საბოლოოდ, მთავარ ფესვს ან ფესვის ყელს შემორკალავენ და ეს ადგილები გაშავებულია, რაც იმას ნიშნავს, რომ აქ ღერო დაზიანებულია და თავის ფუნქციას ვეღარ ასრულებს, შედეგად, ღერო წვრილდება და გარკვეული დროის შემდეგ მცენარე ფესვთან ადვილად წყდება, მცენარე სიმალლეში ვეღარ იზრდება და საბოლოოდ მცენარე კვდება. ვიდრე მცენარე საბოლოოდ გახმებოდეს, ქვედა ფოთლები ყვითლდება და მასზე შეინიშნება ყავისფერი ნეკროზები, ასევე, ნიშანდობლივია ღეროს გამოფულუროება, ეს სიმპტომები უმეტესწილად შეინიშნება სავეგეტაციო სეზონის ბოლოს. გვიან დაავადებულ მცენარეებზე ზოგიერთი ფესვიდან ანუ სტოლონიებიდან ავადმყოფობა ტუბერებში გადადის და იწვევს ტუბერის ცენტრის ლპობას. ტუბერის ქსოვილი თანდათან მურად შეიფერება, ტენიანდება და ხშირად, ტუბერის ცენტრი დაშლილია, ღრუდაა ქცეული. შედარებით სუსტად დაავადების შემთხვევაში, ტუბერის გული დამპალია, მაგრამ გარედან არაფერი შეიმჩნევა. შავფეხა განვითარების სხვადასხვა პირობებში გარეგნული ნიშნების ცვალებადობას განიცდის. იგი თავისი გარეგნული ნიშნებით ბევრ სხვა დაავადებას წააგავს (მაგ., ქეცი, რიზოქტონიოზი, ვერტიცლიოზი),

მაგრამ ერთი მთავარი ნიშნით განსხვავდება მათგან, კერძოდ, ფესვის ყელი, ღეროს ფუძე და მთავარი ფესვი ყოველთვის შავადაა შეფერილი და დამპალი (ყანჩაველი, 1987). გარდა ამისა, მისი დიაგნოსტიკება აუცილებელია თანამედროვე ტექნოლოგიებით.

კარტოფილის რგოლური სიდამპლე

გამომწვევი: *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*



კარტოფილის რგოლური სიდამპლე არის ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი დაავადება, რადგან ახასიათებს საწარმოო ნაკვეთებზე ძალიან სწრაფი გავრცელება და განვითარება, რის გამოც ხშირად ადგილი აქვს მოსავლის კატასტროფულ დანაკარგებს. *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, დამახასიათებელი სიმპტომებია: ინტერვენალური ქლოროზი, ფოთლის დახვევა, ბუჩქის ჭკნობა, ტუბერების სიდამპლე და დაშლა. განსაკუთრებულად დამახასიათებელია ტუბერის გამტარი ქსოვილის ლპობა, რაც მოსავლის სერიოზულ დანაკარგს იწვევს, საშუალოდ 10-50 % -ია და ეს ციფრი მნიშვნელოვნად იზრდება (80%) ტუბერების შენახვის პერიოდში (EFSA et al., 2019; Gryń et al., 2020). თუმცა, სიმპტომების განვითარება დამოკიდებულია კარტოფილის ჯიშზე, ბაქტერიის შტამზე, ინფექციურ დატვირთვასა და კარტოფილის მოყვანის პირობებზე (Bishop and Slack, 1987; Westra et al., 1994). ჭკნობის პირველი სიმპტომები ჩნდება ქვედა ფოთლებზე. ფოთლების კიდეები იხვევა შიგნით და ზევით, ხოლო ფოთლის ზედაპირი კარგავს თავის მბრწყინავ ელფერს. დაავადების განვითარებასთან ერთად ფოთლები ხდება ღია მწვანე, მოგვიანებით-

მონაცრისფრო მწვანე, იშვიათი ლაქებით, უფრო გვიან- ფოთლები ყვითლდება და, ბოლოს, ყავისფერი და ნეკროზული ხდება. დაავადებული მცენარის ღეროს განივ ჭრილზე გამტარი ქსოვილის ფერის შეცვლა არ შეინიშნება. დაავადების სიმპტომები უფრო მძაფრდება მშრალი ცხელი ამინდის პირობებში. *Clavibacter sepedonicus* განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურაა (21-23 ° C. იგი იზღუდება უფრო გრილი ამინდის პირობებში. ბაქტერია სიცოცხლის უნარს ინარჩუნებს გამშრალ მდგომარეობაშიც 18 თვის მანძილზე 5 °-დან -40 ° C-მდე ტემპერატურის პირობებში (Nelson, 1982).

ტუბერებზე სიპტომები წარმოიქმნება მცენარის ვეგეტაციის მეორე ნახევარში, მოსავლის აღებამდე ან შენახვის პერიოდში. გარეგნულ ტუბერები ჯანსაღი ჩანს. ტუბერის ინფექცია იწყება ღეროს ბოლოზე, და გაჭრისას გამტარ ქსოვილში აღინიშნება მოყვითალო კრემისფერი ან მოყვითალო ყავისფერი უბნები. გაჭრილ ტუბერზე ხელით დაჭრისას გამტარი რგოლიდან გამოიყოფა წებოვანი ყველის მაგვარი ბაქტერიული ლორწო. დაავადების განვითარების ბოლოსკენ ტუბერზე შეფერილი რგოლი შეიძლება ამოვარდეს ან ტუბერი დაიშალოს და დარჩეს მხოლოდ გარეკანი. ამ დროს ტუბერის კანზე ჩნდება ბზარები, საიდანაც ტუბერში შეიძლება შეაღწიოს რბილი სიდამპლის გამომწვევმა ბაქტერიამ, რის გამოც ტუბერი ლორწოვანი და არასასიამოვნო სუნისაა. ეს სიმპტომები მსგავსია მურა სიდამპლისა. გვხდება უსიმპტომოდ დაავადებული მცენარეები და ტუბერები, სადაც ფარულად მიმდინარეობას პათოლოგიური პროცესი. დაავადებული ტუბერების დარგვის შემდეგ ბაქტერიები სწრაფად მრავლდება და ვრცელდება გამტარი ქსოვილებით ღეროებისა და ყლორტებში. ბოლოს პათოგენი აღწევს ფესვებს და ტუბერებს ზოგჯერ დარგვიდან 8 კვირის შემდეგ. ბაქტერიები არ იზამთრებენ ნიადაგში, მაგრამ წლობით ინახებიან გამომშრალ შლამში კარტოფილის ტომრებზე, ყუთებზე, მანქანებში და სხვა ხელსაწყოებზე. თვით ნათესი მცენარეები ხელს უწყობენ მინდორში ბაქტერიების შენარჩუნებას. ძირითადი მასპინძელი მცენარეებია პომიდორი, ბადრიჯანი, შაქრის ჭარხალი და სხვა.

Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus ფართოდ გავრცელებულია აზიაში, ჩრდილოეთ ამერიკაში, EPPO -ს ქვეყნებში. დაავადება ვრცელდება დაავადებული სარგავი მასალით, აგრეთვე, საჭრელი ინსტრუმენტებით, რომლითაც მოხდა დაავადებული კარტოფილის დაჭრა და სხვა ინსტრუმენტებით, რომელიც გამოყენებული იყო დარგვის, მოსავლის

ალების, შენახვისა და ტრანსპორტირებისას.

იმის გამო, რომ რგოლური სიდამპლე ცვალებადობს, ლატენტურად მიმდინარეობს და ინიღბება სხვა დაავადებებით, მისი დიაგნოსტიკება შესაძლებელია მხოლოდ ლაბორატორიული ცდებით, ეს იქნება პათოგენობის ტესტი, სეროლოგიური ანალიზი და მოლეკულური ტესტი. ლატენტური ინფექციის დასადგენად აუცილებელია მასპინძელი მცენარეების შემოწმება, რადგან სიმპტომები მინდორში შეიძლება აგვერიოს სხვა დაავადებაში, როგორცაა მურა სიდამპლე, ფიტოფტოროზი (*Phytophthora infestans*), ვერტიცილოზური ჭკნობა (*Verticillium albo-atrum*), ტოტების ხმობა (*Thanatephorus cucumeris*) (Sedighian et al., 2020).

დაავადების მთავარი სადიაგნოსტიკო გარეგნული ნიშანია ფესვის ყელთან მცენარის ღეროს გადანაჭერზე ჭურჭლოვანი რგოლიდან გადმოდენილი მოყვითალო ექსუდატი, ამასთან, ღერო შიგნიდან არ არის ლორწოვანი და გახეთქილი. ტუბერებზე არ არის გარეგნული სიმპტომები. პათოგენი ახლადწარმოქმნილ ტუბერებში იჭრება სტოლონებიდან. ბაქტერიები ხვდება ტუბერის ჭურჭლოვან გამტარ სისტემაში, ხდება ჭურჭლოვანი რგოლის ინფიცირება და წარმოიქმნება ლორწოვანი, მოყვითალო კრემისფერი მასა, რომელიც ადვილად გამოიყოფა ინფიცირების ადგილზე მსუბუქი დანოლითაც. მოგვიანებით ქსოვილი მუქდება და შუაგული ლპება. საცავებში, ადრე გაზაფხულზე, ტუბერების კანის ქვეშ წარმოიქმნება წვრილი მომრგვალო ღია ყვითელი ფერის ლაქები, რომლებიც თანდათან ფართოვდება და ღრმავდება 1,5 სმ-მდე, შედეგად - ინფიცირდება გამტარი მილები. ამ შემთხვევაში, რა თქმა უნდა, ინფექციის წყარო არის დაავადებული სათესლე მასალა (ტუბერები). თესლი არის ბაქტერიის შორს გავრცელების ძირითადი საშუალება.

რგოლური სიდამპლით გამოწვეული პირდაპირი ეკონომიკური დანაკარგები დაკავშირებულია მინდორსა და საცავში კარტოფილის ტუბერების ჭკნობასა და ლპობასთან, ხოლო არაპირდაპირი დანაკარგები - საცავის, მალაზიის, ტარის და სხვა სადებინფექციო საშუალებების გამოყენებასთან. მოცემულ არეალში კარტოფილის წარმოების შეზღუდვა ან აკრძალვა კიდევ უფრო მეტად ზრდის ეკონომიკურ დანაკარგებს([EPPO Global Database \(datasheet\)](#))

ბაქტერიული დაავადებების მართვა

ბაქტერიული დაავადებების მართვა ძალიან რთული ამოცანაა, რადგან დღემდე არ არის შემუშავებული ეფექტური კომერციული ბიოლოგიური თუ ქიმიური საშუალებები მათ წინააღმდეგ საბრძოლველად. არც მათ მიმართ გამძლე ჯიშები არ არის გამოყვანილი.

დაავადების მართვის ყველაზე ეფექტური გზა გახლავთ დაავადებისგან თავისუფალი სათესლე ტუბერების ანუ სერტიფიცირებული სათესლე და სარგავი მასალის გამოყენება. ევროკავშირის მიერ შემუშავებულია სპეციალური დირექტივა, რომელიც ითვალისწინებს რგოლური და სველი სიდამპლის გამომწვევი ბაქტერიული პათოგენის შეზღუდვის, ლიკვიდაციისა და მუდმივი მონიტორინგის მიზნით ჩასატარებელი ფართო სპექტრის ღონისძიებებს. ხოლო იქ, სადაც ჯერ კიდევ არა არის დაავადება გავრცელებული, მისაღებია გადამწყვეტი ფიტოსანიტარული და საკარანტინო ზომები საბაჟო-გამშვებ პუნქტებზე, რათა თავიდან იქნას აცილებული ქვეყანაში პათოგენის შემოჭრა (McNamara & Smith, 1998).

ხარისხოვან სათესლე მასალაზე დიდად არის დამოკიდებული მაღალი მოსავლის მიღება. ამიტომ დასარგავად უნდა შეირჩეს კარგად მომწიფებული და ჯიშებისათვის ტიპური საშუალო და მსხვილი ზომის (60-80 გ) ტუბერები. ყველაზე სრულფასოვანი სარგავი მასალაა მთელი ტუბერები, მაგრამ სარგავი მასალის ნაკლებობის დროს ტუბერებს ანაწევრებენ. ამ შემთხვევაში, ტუბერები უნდა დაიჭრას დარგვამდე რამდენიმე დღით ადრე, რათა განაჭერ მხარეზე წარმოიქმნას მტკიცე კორპისებრი აპკი. მსხვილი ტუბერების უპირატესობა ისაა, რომ თითოეულ კვირტზე მეტი საკვები მოდის. წვრილი ტუბერების (30-40 გ) სარგავად გამოყენების შემთხვევაში, მაღალია ჯიშის გადაგვარების ალბათობა.

დარგვის წინ სათესლე კარტოფილის ტუბერების გადარჩევა არის ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდი რათა თავიდან იქნას აცილებული ბაქტერიული სიდამპლეების გავრცელება. თუ მცირე სათესლე მასალა და სათესლედ გამიზნული მასალიდან არის ნაწილობრივ დამპალი ტუბერები, შეიძლება დამპალი ნაწილის მოჭრა და მისი დაწვა, ხოლო დარჩენილი სალი ტუბერის გადანაჭერი უნდა დამუშავდეს მარგანეცის მოვარდისფრო ხსნარით ან 1%-იანი ბორდოს სითხით, ვაცალოთ გაშრობა ქერქის წარმოქმნამდე და გამოვიყენოთ დასარგავად.

მნიშვნელოვანია სათესლე მასალის დაკალიბრება ზომების მიხედვით. კერძოდ, როგორც უკვე იყო აღნიშნული, სარგავად რეკომენდებულია 60-

80 გრ მასის მთლიანი ტუბერების გამოყენება. თუ ბევრია დიდი ზომის ტუბერები და საჭიროა მათი გაჭრა, უმჯობესია გაჭრათ არა განივად, არამედ, სიგრძეზე, რადგან ორივე მხრიდან ტუბერს ექნება თანაბარი რაოდენობის კვირტი. ნიადაგში ტუბერი უნდა ჩარგოთ გადანაჭერით ქვემოთ. ასევე მნიშვნელოვანია, სარგავი ტუბერების გამწვანება, რისთვისაც საჭიროა მათი დაწყობა სინათლეზე. ამ დროს ხდება ტუბერებში სოლანინის წარმოქმნა და სწრაფი აღმოცენება. როგორც წესი, გამწვანებულ ტუბერებზე კვირტები (ალმონაცენი) უფრო თანაბარი და მტკიცეა.

როცა გადარჩეულ ტუბერებზე აღმონაცენი 1სმ ზომის იქნება, შეიძლება ისინი დამუშავდეს საქართველოში რეგისტრირებული ქიმიური პრეპარატებით კოლორადოს ხოჭოს და სხვა მავნებელ-დაავადებების წინააღმდეგ პრეპარატის გამოყენების შესაბამისი ინსტრუქციისა და უსაფრთხოების ზომების დაცვით. რეკომენდებულია თესლის თერმული დამუშავება შესაძლებლობის ფარგლებში.

დაავადების გავრცელების რისკი ბევრად შემცირდება, თუ ჩითილს გამოიყვანთ საჩითილე კასეტებში და არა ღია გრუნტში. ბაქტერიული კიბოს სამკურნალოდ, ასევე, გამოიყენება სპილენძის შემცველი პრეპარატები, თუმცა მათი ეფექტურობა ნაკლებია. გახსოვდეთ, რომ სველ მცენარეებთან მუშაობით ხელს უწყობთ დაავადების გავრცელებას.

მნიშვნელოვანია მოსავლის აღებისთანავე ნიადაგში მოსავლის წარჩენების ჩახვნა მათი კომპოსტირების დაჩქარებისათვის. ასევე, რეკომენდებულია კულტურათა მონაცვლეობა. ძალღყურძენასებრა ოჯახის წარმომადგენლები ერთი და იგივე ნაკვეთზე შეიძლება დაირგოს მინიმუმ ორი წლის ინტერვალით. ასევე, ძალიან მნიშვნელოვანია კარგად გაფხვიერებული, მშრალი ნიადაგის გამოყენება კარტოფილის დასარგავად, აუცილებელია ჭარბის მორწყვის თავიდან აცილება დაავადებების შესამცირებლად. ასევე, სწორი განოყიერების სისტემა (დაბალანსებული გამოკვება) ამცირებს სიდამპლეების გავრცელების ალბათობას. Mg -ის და N-ის მაღალი შემცველობა კავშირშია ბაქტერიული დაავადებების შემცირებასთან. Ca ამაგრებს რა მცენარის ქსოვილის კედლებს, შედეგად მცენარის გამძლეობაც უფრო მაღალია.

მიუხედავად იმისა, რომ რბილი სიდამპლის სიმპტომები არ იწყება მინდორში, აუცილებელია პათოგენის კონტროლის დაწყება მინდორში. გთავაზობთ შემდეგ რჩევებს ამ მიზნით:

- მოსავლის აღება დაიწყეთ კარტოფილის მცენარის ზედა ნაწილის

გადახმობიდან 7-12 დღის შემდეგ ანუ სანამ ტუბერის კანი საბოლოოდ არ ჩამოყალიბდება, გამკვრივდება. ეს თავიდან აგაცილებთ ტუბერების მექანიკურ დაზიანებას და, შესაბამისად, ბაქტერიის შეჭრას ტუბერებში.

- მოსავლის აღება უნდა განხორციელდეს სანიტარული წესების დაცვით, მშრალი ამინდის პირობებში და შეინახეთ სუფთა ტუბერები. ეს თავიდან აგაცილებთ შენახვის პერიოდში რბილი სიდამპლის განვითარებას
- შენახვის წინ ტუბერებს მოაცილეთ მინა, გააშრეთ მზებზე. ტუბერების გადარჩევისას პრობლემური ტუბერები ცალკე სანაგვე ვედროში მოათავსეთ.
- რეგულარულად შეამოწმეთ ტემპერატურა ტუბერების გროვაში, რადგან პათოგენის ადრეული აღმოჩენა გაადვილებს დაავადების კონტროლს და თავიდან აგაცილებთ შესაძლო დანაკარგებს. სათესლე მასალის პარტიებში მაღალი ტემპერატურის დადგენისას აუცილებელია მაღალი სიმძლავრის ვენტილატორების გამოყენება რამდენიმე კვირის განმავლობაში, სანამ ტუბერები არ გაშრება.

კარტოფილის ტუბერების მექანიკური დაზიანების თავიდან აცილება, მშრალ ამინდში მოსავლის აღება და დეზინფიცირებულ, მშრალ და გრილ საცავში სარგავი ტუბერების შენახვა არის მარტივი, იაფი და ეფექტური მეთოდები ბაქტერიული დაავადებების ძლიერი გავნითარების თავიდან ასაცილებლად (Elphinstone et al., 2018). მოსავლის აღება და ტრანსპორტირება დაუშვებელია მაღალი სიციხის და ძალიან დაბალი ტემპერატურის პირობებში. შენახვის დროს წარმოქმნილი კონდენსატის გამო შესაძლებელია ბაქტერიის გამრავლება და სიდამპლის განვითარება, განსაკუთრებით $> 4^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის პირობებში. ამიტომ, ჰაერის ტემპერატურის მკაცრი კონტროლი და მშრალი ჰაერის ნაკადებით საცავის ვენტილაცია მეტად მნიშვნელოვანი პირობაა ტრანსპორტირებისა და შენახვის დროს ბაქტერიების განვითარების თავიდან ასაცილებლად. კარტოფილის ზედა ნაწილის სწრაფი დაშლა მნიშვნელოვანია ტუბერებში ბაქტერიული ინფექციის შესამცირებლად, რადგან ბაქტერიას შეუძლია მკვდარ მცენარეულ ნარჩენებზეც განვითარება განსაკუთრებით ტენიან პირობებში.

შავფეხას კონტროლი ძირითადად მიმართულია სათესლე მასალის პარტიებში დაავადების გამომწვევი ბაქტერიით დაბინძურების მინიმუმად დაყვანისკენ. თუ მწარმოებელი გამოიყენებს ბაქტერიისგან თავისუფალ

ტუბერებს დასარგავად, შავფეხას შემდგომი განვითარება მაქსიმალურად იქნება შეზღუდული საწყისი ინფექციის მცირე რაოდენობით არსებობის გამო. შესაძლოა, რომ სათესლე ტუბერების ნაწილები იყო ინფიცირებული გარეგნული სიმპტომების გარეშე, მაგრამ შავფეხას გამომწვევი ბაქტერია ძნელად ვითარდება კარტოფილის მიღმა, აქედან გამომდინარე, თესლობრუნვის სწორი სისტემა (როცა კარტოფილის შემდეგ არ ითესება კარტოფილი) დაგეხმარებათ დაავადების მართვაში.

სათესლე ტუბერების ნაწილებად დაჭრა აგრეთვე ხელს უწყობს დაავადების სწრაფ გავრცელებას სათესლე მასალის პარტიებში დაბალი ინტენსივობიდან მაღლისკენ. სათესლე მასალის მცირე ნაწილებად დაჭრის პროცესში სანიტარული წესების დაცვა, დეზინფექცია და სათესლე მასალის სხვადასხვა საშუალებით დამუშავება საგრძნობლად ამცირებს პათოგენის გავრცელებას და ზღუდავს დაავადების განვითარებას. რადგან შავფეხას გამომწვევი ბაქტერია კარგად ვითარდება გრილ და ტენიან ნიადაგში, ერიდეთ კარტოფილის ნაწილების დარგვას აღნიშნულ პირობებში.

კარტოფილის კულტივირების წესები (მცენარეების ზემოდან მორწყვა, ქიმიური შესხურებები, ტრანსპორტირებისას ტუბერების დამუშავება და მცენარეების გადაჭრა) ხელს უწყობენ დაავადების ადგილობრივ გავრცელებას. (Carlton et al., 1998; Xyan и Ty, 2001; Sharabani et al., 2013). გარდამისა, ინფიცირებულ მცენარეული ნარჩენების დატოვებამ ნაკვეთზე შესაძლოა განაპირობოს ნერგების მომდევნო სეზონისთვის დაავადება (EFSA, 2014). სათესლე ტუბერები დაამუშავეთ ფუნგიციდით რათა შეზღუდოთ ფუზარიოზის განვითარება, რომელიც იწვევს რა ტუბერის დაშლას, ხელს უწყობს შავფეხას განვითარებას.

ბიოკონტროლის სტრატეგია გულისხმობს იმ ანტაგონისტი მიკრო-ორგანიზმების გამოყენებას, რომლებიც უშუალო ნეგატიურ ზეგავლენას ახდენენ საკვლევი ბაქტერიული ორგანიზმის პოპულაციაზე, მის განვითარებასა და გავრცელებაზე. რიგი მკვლევარები რეკომენდაციას იძლევიან შავფეხას და სველი სიდამპლის წინააღმდეგ გამოყენებული იქნას ბიოლოგიური აგენტები - მიკროორგანიზმები, რომლებიც ზღუდავენ ბაქტერიული დაავადების გავრცელებას, კერძოდ, ბაქტერიული მიკროორგანიზმების *Bdellovibrio*, *Bacillus*, *Pseudomonas* და *Serratia* გვარის სახეობები. ბიოლოგიური საშუალებებია, აგრეთვე, ანტიბიოტიკები, რომლების იწვევენ მცენარეთა სისტემური გამძლეობის ამაღლებას. *Pectobacterium* spp. и *Dickeya* spp. წინააღმდეგ ბიოლოგიური დაცვის

საშუალებების გამოყენება უფრო ეფექტურია *in vitro* პირობებში, ვიდრე საველე ექსპერიმენტების დროს. თუმცა არის შრომები, რომლებიც მიუთითებენ ანტაგონისტი მიკროორგანიზმების გამოყენების ეფექტურობაზე მინდვრის პირობებშიც და ავტორები მათ განიხილავენ შავფეხას და სველი სიდამპლის წინააღმდეგ ბიოლოგიური ბრძოლის პოტენციურ კანდიდატებად (Youdkes et al., 2020; Hadizadeh et al., 2019);

ბაქტერიოფაგები

ბაქტერიოფაგები ბაქტერიული დაავადებების მართვის ერთ-ერთ საშუალებად ითვლება. ბაქტერიოფაგების ანტიმიკრობული (სამკურნალო და პროფილაქტიკური) ეფექტურობა დამტკიცებულია მრავალწლიანი გამოცდილებით ადამიანებისა და ცხოველების პათოგენების, ასევე, რიგი ფიტოპათოგენების მიერ გამოწვეული დაავადებების შემთხვევაში. ფაგების, როგორც ახალი სტრატეგიული საშუალების გამოყენება *R. solanacearum*-ის *Pectobacterium* spp. ბაქტერიებით გამოწვეული კარტოფილის დაავადებების საწინააღმდეგოდ ემყარება ბაქტერიოფაგების მაღალ სპეციფიკურობას, გენეტიკურ პლასტიკურობას და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას. შესწავლილია კომბინირებული ფაგური პრეპარატების პროფილაქტიკური და თერაპიული ეფექტურობა კარტოფილის ბაქტერიული პათოგენების შტამების მიმართ. ფაგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას „ბრმად“ საცავებში პროფილაქტიკური მიზნით, განსაკუთრებით შერეული ინფექციების შემთხვევაში. ბიოკონტროლის ამ ახალი საშუალებების პოტენციალი შეფასებული იქნება *in vitro* და *in vivo* ტესტებით, ისევე როგორც ეფექტურობის დემონსტრაციით ექსპერიმენტულ საველე პირობებში. ფაგების გამოყენებამ შეიძლება შეცვალოს ან შეამციროს ძვირადღირებული და შრომატევადი და აგროტექნიკური ღონისძიებები, გაზარდოს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ხარისხი და შეამციროს კარტოფილის მოყვანის ტექნოლოგიის უარყოფითი ეკოლოგიური შედეგები. მურა სიდამპლის კონტროლის ეფექტური ღონისძიებების შემუშავება და დროულად გამოყენება აგვაცილებს დაავადების მასობრივ გავრცელებას, დაიცავს მცენარეს აღნიშნული დაავადებით გამოწვეული მავნე ზემოქმედებისაგან და უზრუნველყოფს მოსავლის შენარჩუნებას (Filip Be, et.al., 2022).

უცხოელი მკვლევარების მიერ ჩატარებულია ლაბორატორიული და საველე ექსპერიმენტები *Dickeya* spp-ს. როგორც სუსტ, ისე ძლიერ ინფექციურ ფონზე რამდენიმე ბაქტერიოფაგების ნარევის გამოყენებით. ლაბორატორიაში ბაქტერიოფაგებით კარტოფილის ტუბერების დამუშავებისას ბაქტერიული

ინფექცია მთლიანად არ იქნა მოცილებული, მაგრამ შეამცირა მათზე დაავადების სიმპტომების განვითარება 59,5-91,4% ფარგლებში ბაქტერიოფაგის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით. სავლელ ცდებში ბაქტერიოფაგით დამუშავებული *Dickeya* ძლიერ დაავადებული მცენარეები 5-33% -ით მეტად იყო შეფოთილი და ტუბერების გამოსავალიც 4-16% -ით მეტი იყო კონტროლთან შედარებით. უფრო სუსტი ინფექციის გამოყენებისას, ეს ციფრები კიდევ უფრო უკეთესი იყო. ასე, რომ ფაგური ნარევებს გააჩნიათ *D. solani*- გან კარტოფილის ეკოლოგიურად დაცვის პოტენციალი. ზოგიერთ კვლევაში ნაჩვენებია, რომ ფაგების ნარევები ეფექტურია რბილი ლპობისა და შავფეხას ბიოლოგიური აგენტების მიმართაც (Petrzik, et.al., 2023, Bugaeva et.al., 2021; Carstens, 2019).

ბოლო ორი ათწლეულის განმავლობაში ელიავას ინსტიტუტში ჩატარდა რიგი კვლევებისა, რომლებიც მიზნად ისახავდა მნიშვნელოვანი ფიტოპათოგენური ბაქტერიების მიმართ სპეციფიკურ ბაქტერიოფაგების გამოყენებას, მათ შორის *Pectobacterium* და *Ralstonia* გვარის სახეობებზეც, ელიავას ბაქტერიოფაგის, მიკრობიოლოგიის და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტის მეცნიერებთან ერთად წინა წლებში ჩატარებული კვლევებით (პრ. # FR/4 6 0 /10 -10 1/14) გამოვლენილი იქნა კომბინირებული ფაგური პრეპარატების პროფილაქტიკური და თერაპიული ეფექტურობა კარტოფილის სხვა ბაქტერიული პათოგენის - *Ralstonia solanacearum* მიმართ (Lashkhi et.al., 2018). მაგრამ მაინც საჭიროა შეიქმნას განახლებული ეფექტური ფაგური პრეპარატები, ფართო სპექტრის აქტივობებით, რომლებიც მოიცავს სხვადასხვა გეოგრაფიულ რეგიონებში იზოლირებული სხვადასხვა შტამების 70% -ზე მეტს. ფაგების, როგორც ახალი სტრატეგიული საშუალების გამოყენება *Pectobacterium* spp. და *Dickeya* spp. ბაქტერიებით გამოწვეული კარტოფილის დაავადებების წინააღმდეგ ემყარება ბაქტერიოფაგების მაღალ სპეციფიურობას, გენეტიკურ პლასტიკურობას და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას.

ამრიგად, გარემოს და სურსათის უსაფრთხოება, მოსავლის მინიმალური დანაკარგებზე ორიენტირებული მცენარეთა დაცვის სტრატეგიის შემუშავება და პროდუქტიული, მდგრადი სოფლის მეურნეობის განვითარება სულ უფრო და უფრო მეტ მნიშვნელობას იძენს. ფიტოპათოგენთა კონტროლი ძალიან ძნელია მათი გამუდმებული გენეტიკური ცვალებადობის გამო. იმისათვის, რომ დაავადებების მიერ გამოწვეული დანაკარგები თავიდან ავიცილოთ, აუცილებელია წარმოქმნილი პრობლემის დადგენა. კერძოდ, ბიოლოგიური თვალსაზრისით საჭიროა სწრაფად, დროულად და ზუსტად

იქნას იდენტიფიცირებული დაავადების გამომწვევი, შესწავლილი იქნას პათოგენის სხვადასხვა ბიოლოგიური მახასიათებლები, განსაზღვრული იქნას მისი მოქმედების მექანიზმი და მავნეობის ხარისხი, რაც აუცილებელი წინაპირობაა დაავადებებისგან მცენარეთა ეფექტური დაცვის სტრატეგიის შემუშავებისათვის. პოლიტიკური გადმოსახედიდან კი აუცილებელია იმის გაცნობიერება, რომ მცენარეთა დაავადებები საფრთხეს უქმნიან სურსათზე ადამიანების მზარდი მოთხოვნილების დაკმაყოფილებას და აუცილებელია სისტემატური კვლევა მათი კონტროლის ახალი და უფრო ეფექტური საშუალებების ძიების მიმართულებით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. <https://ishpotato.cipotato.org/the-potato-in-georgia/>
2. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. სოფლის მეურნეობა, 2022. https://www.geostat.ge/media/54292/soflis_meurneoba_2022.pdf
3. ყანჩაველი ლევან. 1987. სასოფლო სამეურნეო ფიტოპათოლოგია, გამომცემლობა „განათლება „ თბილისი, საქართველო
4. Anonymous. Council Directive 2000/29/EC of 8 May 2000 on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community. *Off J Eur Communities* 2000;L169:1-112
5. Bishop, A. L., & Slack, S. A. (1987a). Effect of inoculum dose and strain of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* on symptom development in potatoes. *Phytopathology*, 77, 1085–1089.
6. Bugaeva Eugenia, Maya V. Voronina, Dmitry M. Vasiliev, Anna A. Lukianova Nikolay N. Landyshev, Alexander N. Ignatov and Konstantin A. Miroshnikov. Use of a Specific Phage Cocktail for Soft Rot Control on Ware Potatoes: A Case Study. *Viruses* 2021, 13, 1095. <https://doi.org/10.3390/v13061095>
7. CABI, 2003 <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendum.45009>
8. Carstens C.K., Salazar J.K., Darkoh C. 2019. Multistate outbreaks of foodborne illness in the United States associated with fresh produce from 2010 to 2017. *Front Microbiol.* 2019; 10: 2667. doi: [10.3389/fmicb.2019.02667](https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02667)
9. EFSA et al., 2019 EFSA (European Food Safety Authority), Schenk, M., Camilleri, M., Diakaki, M. & Vos, S. (2019) Pest survey card on *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. *EFSA Supporting Publication*, 2019: EN-1569. 10.2903/sp.efsa.2019.EN-1569 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Elphinstone J.C, 2001. Monitoring and control of the potato brown rot bacterium (*Ralstonia solanacearum*) in the UK: A case study. FNK/EAPR/ESA/UEITP 2 nd European Potato Processing Conference, Lausanne, Switzerland, p. 6.

11. Elphinstone JG, Cahill G, Davey T, Harper G, Humphris S, Saddler GS, Toth IK, Wale S (2018) Effect of storage conditions on bacterial loading of seed potato tubers. Review, AHDB potato, Kenilworth, UK.

12. EPPO (2016b) Phytosanitary procedures. EPPO Standard PM 3/77 Vegetable plants for planting under protected conditions – inspection of places of production. *EPPO Bulletin* 46, 40-48.
13. EPPO (2021) EPPO standards PM 3/80 (2) Consignment inspection of seed of *Solanum lycopersicum* and its hybrids. *EPPO Bulletin* 46, 68-72.

14. Felix R., Onyango O., Eliazer O. (2010). Assessment of Irish potato cultivars' field tolerance to bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) in Kenya. *Plant Pathol. J.* 9, 122–128.
15. Filip Be, Iveta Horsáková , Martin Kmoch , Karel Petrzik, Gabriela Krátká and Rudolf Ševčík. Bacteriophages as a Strategy to Protect Potato Tubers against *Dickeya dianthicola* and *Pectobacterium carotovorum* Soft Rot. *Microorganisms* 2022, 10, 2369. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10122369>
16. Gryń, G. , Franke, K. , Nowakowski, M.M. & Nowakowski, M. (2020) Latent infection by *Clavibacter sepedonicus* and correlation with ring rot symptoms development in potato cultivars. *Potato Research*, 64, 459–468.

17. Hayward AC. (1991). Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu Rev Phytopathol*; 29:65-87;
18. Hadizadeh I, Peivastegan B, Hannukkala A, vanderWolf J, Nissinen R, Pirhonen M. (2019) Biological control of potato soft rot caused by *Dickeya solani* and the survival of bacterial antagonists under cold storage conditions. *Plant Pathol* 68(2):297–311
19. Karel Petrzik,, Josef Vacek , Martin Kmoch, *, Denisa Binderová , Sára Brázdová, Ondřej Lenz and Rudolf Ševčík. 2023. Field Use of Protective Bacteriophages against Pectinolytic Bacteria of Potato. *Microorganisms*, 11, 620. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11030620>

20. Lashkhi N., T.Kokashvili, T. Eliashvili, T.Koberidze, Tsertsvadze, M. Muradashvili, G. Meparishvili, Z. Sikharulidze and M.Tediashvili. 2017. THE ISOLATION AND BIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BACTERIOPHAGES LYTIC TO GEORGIAN STRAINS OF RALSTONIA SOLANACEARUM RACE 3 BIOVAR 2. INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH, ISSN: 2320-5407, 6(2), 850-860 <http://www.journalijar.com/current-issue/?mn=02&yr=2018>
21. McNamara & Smith, (1998). McNamara, D.G. & Smith, I. (1998) National control measures for *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* 1. *EPPO Bulletin*, 28, 497-501.
22. Maka Muradashvili, Leah Tsrer (Lahkim), Zoia Sikharulidze, Soso Meparishvili, Sara Mordechai Lebiush, Galina Meparishvil. PREVALENCE OF POTATO BLACK-LEG AND SOFT ROT IN GEORGIA. **2023**. *Journal of Applied Biological Science*, 17(2):249-256
23. Nelson, G.A. (1982) *Cornebacterium sepedonicum* in potato: effect of inoculum concentration on ring rot symptoms and latent infection. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 4, 129-133.
24. Swanson JK, Yao J, Tans-Kersten J, Allen C. Behaviour of *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2 during latent and active infection of geranium. *Phytopathology* 2005, 95:136-143
25. Sedighian, N. , Taghavi, S.M. , Hamzehzarghani, H. , van der Wolf, J.M. , Wicker, E. & Osdaghi, E. (2020) Potato-infecting *Ralstonia solanacearum* strains in Iran expand knowledge on the global diversity of brown rot ecotype of the pathogen. *Phytopathology*, 110, 1647-1656.
26. Tsrer L, Erlich O, Lebiush S, Hazanovsky M, Zig U, Slawiak M, Grabe G, van der Wolf JM, van de Haar JJ (2009) Assessment of recent outbreaks of *Dickeya* sp (syn *Erwinia chrysanthemi*) slow wilt in potato crops in Israel. *Eur J Plant Pathol* 123:311-320
27. L. Tsrer, O.Erlich, S.Lebiush, J.Van der Wolf, G.Mozes, Z. Sikharulidze , B.Ben Daniel. 2011. First report of potato blackleg caused by a biovar 3 *Dickeya* sp.in Georgia. *New Disease Report*, **23** [doi:10.5197/j.2044-0588. 2011.023.001]

28. Westra, A. A. G., & Slack, S. A. (1994). Effect of interaction of inoculum dose, cultivar, and geographic location on the magnitude of bacterial ring rot symptoms expression in potato. *Phytopathology*, 84, 228–235.
29. Wolf, J.M.; Boer, S.H.; Czajkowski, R.L.; Cahill, Greig; Gijsegem, Frédérique et al. 2021. Management of Diseases Caused by Pectobacterium and Dickeya Species Plant Diseases Caused by Dickeya and Pectobacterium Species. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61459-1_6
30. William Surman. 2011. “Major new disease threat to potatoes”. Farmers Guardian. Archived from the original on 2012-03-18.
31. Youdkes D, Helman Y, Burdman S, Matan O, Jurkevich E. 2020. Potential Control of Potato Soft Rot Disease by the Obligate Predators *Bdellovibrio* and Like Organisms. *Appl. Environment Microbiology*, 86 (6): e02543-19