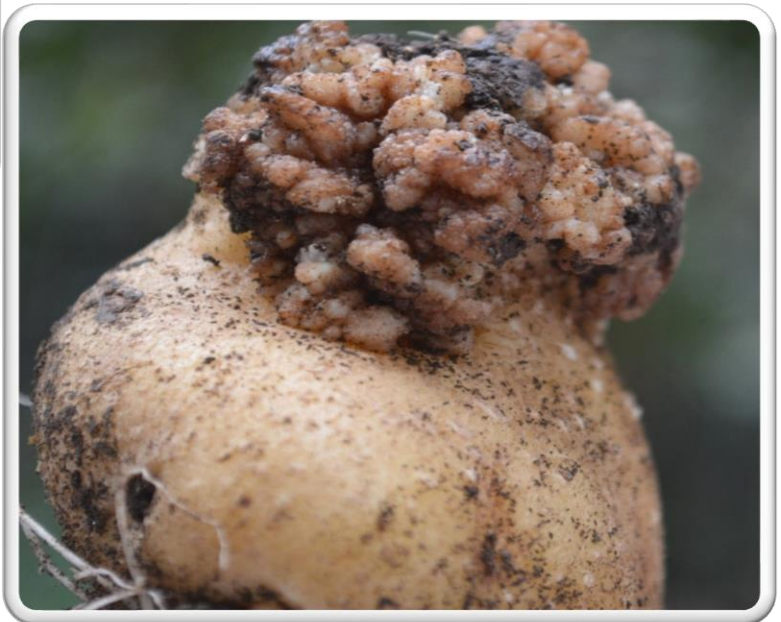
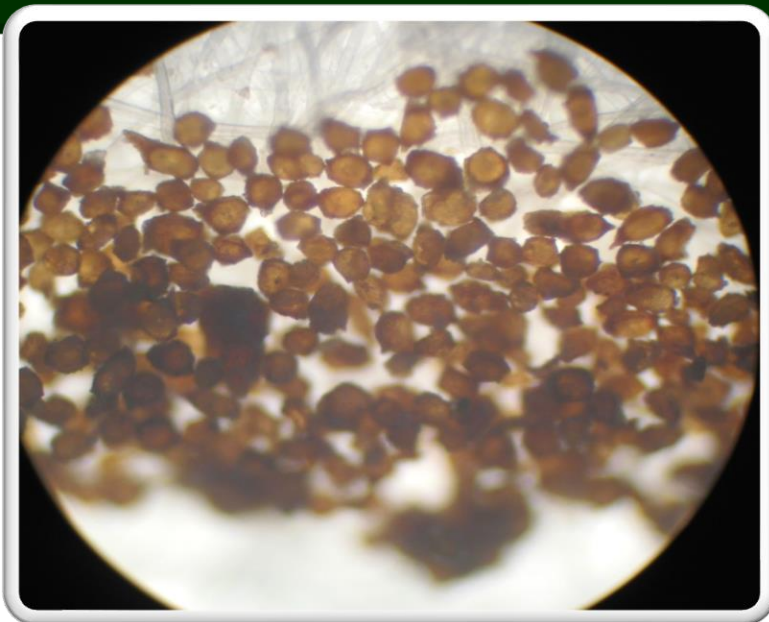


ს. ლოღობერიძე, ზ. სიხარულიძე, ც. ცეცხლაძე,
ქ. ნაცარიშვილი, ქ. სიხარულიძე, დ. კატცანტონისი

კარტოფილის კიბოს იდენტიფიკაცია





რედაქტორი:

რ. დუმბაძე- სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი

რეცენზენტები:

ლ. გორგილაძე- სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი

მ. მურადაშვილი - ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი

ნაშრომში აღწერილია დაავადება „კარტოფილის კიბოს“ სიმპტომები და მისი გამომწვევი პათოგენის იდენტიფიკაცია კლასიკური მეთოდებით. იგი განკუთვნილია სტუდენტების, აგრარული დარგის სპეციალისტებისა და სხვა დაინტერესებული პირებისთვის.

ნაშრომი დაკავშირებულია და დაბეჭდილია არასამთავრობო ორგანიზაცია საქართველო „კორუფციასთან ბრძოლის“ საინფორმაციო ცენტრის მიერ
მის: ბათუმი, ჰაიდარ აბაშიძის ქ. N57
ელ. ფოსტა: mergog85@yahoo.com

ISBN 978-9941-8-2700-6



სარჩევი	გვ.
1. შესავალი.....	2
2. პათოგენის ტაქსონომია.....	2
3. პათოგენის ბიოლოგია.....	2
3.1. პათოგენის სასიცოცხლო ციკლი.....	2
3.2. მასპინძელი მცენარეები.....	3
3.3. პათოგენის გავრცელება.....	3
3.4. პათოგენის განვითარების ხელსაყრელი გარემო პირობები.....	4
4. ნიმუშების შეგროვება.....	4
4.1. ნიადაგის ნიმუშების შეგროვება.....	6
4.2. მცენარეული ნიმუშებს შეგროვება.....	7
4.3. ფიტოსანიტარიულ კარანტინს დაქვემდებარებული პროდუქციის შემოწმებისას ნიმუშების აღება.....	8
5. დაავადების გამოვლენა.....	10
5.1. მცენარის ვიზუალური შემოწმება.....	10
5.2. დაავადების გამოვლენის რისკი.....	13
6. პათოგენის იდენტიფიკაცია.....	15
6.1. მცენარეულ ნიმუშებში პათოგენის იდენტიფიკაციის პროცედურა.....	15
6.2. ნიადაგის გამოკვლევა პათოგენის არსებობაზე.....	16
6.3. ბიოტესტი (ქოთნის ცდა) და მინდვრის ცდა.....	19
6.4. პათოგენის სპორანგიუმების მორფოლოგიური იდენტიფიკაცია.....	20
6.5. პათოგენის სპორანგიუმების სიცოცხლიუნარიანობის განსაზღვრა.....	22
7. გამოყენებული ლიტერატურა.....	24



1. შესავალი

ნიადაგში გავრცელებული სოკო - *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. იწვევს კარტოფილის საკარანტინო დაავადებას „კარტოფილის კიბო“. 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. დღეისათვის იგი მსოფლიოს 55 ქვეყანაში არის რეგისტრირებული. საქართველოში კიბო პირველად 2009 წელს დააფიქსირეს ხულოს მუნიციპალიტეტის რამდენიმე სოფელში. მოგვიანებით კი დაავადების კერა აღმოჩენილი იქნა მესტიის მუნიციპალიტეტში.

პათოგენი საკმაოდ მაღალი მავნეობით გამოირჩევა. მისი მსვენებარე სპორანგიუმები არსებობს ნიადაგში 20-50 წლის განმავლობაში და იწვევს კარტოფილის ტუბერების დაავადებას. კარტოფილის მოსავლის დანაკარგი დაავადების განვითარების ხელსაყრელ პირობებში შეიძლება აღწევდეს 50-100%. დაავადებული კარტოფილის გაყიდვა ბაზარზე შეუძლებელია კიბოს პროლიფერაციული წარმონაქმნების გამო, რომლებიც ვითარდება მცენარის ვეგეტაციის განმავლობაში და აგრძელებს განვითარებას მოსავლის აღების შემდეგ პერიოდშიც. 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 თავისებურებების 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.

2. პათოგენის ტაქსონომია

სამეცნიერო სახელწოდება: *Synchytrium endobioticum* (Schilberszky) Percival 1909

კლასი: *Chytridiomycetes*, რიგი: *Chytridiales*, ოჯახი: *Synchytriaceae*, გვარი: *Synchytrium*, სახეობა: *Synchytrium endobioticum*

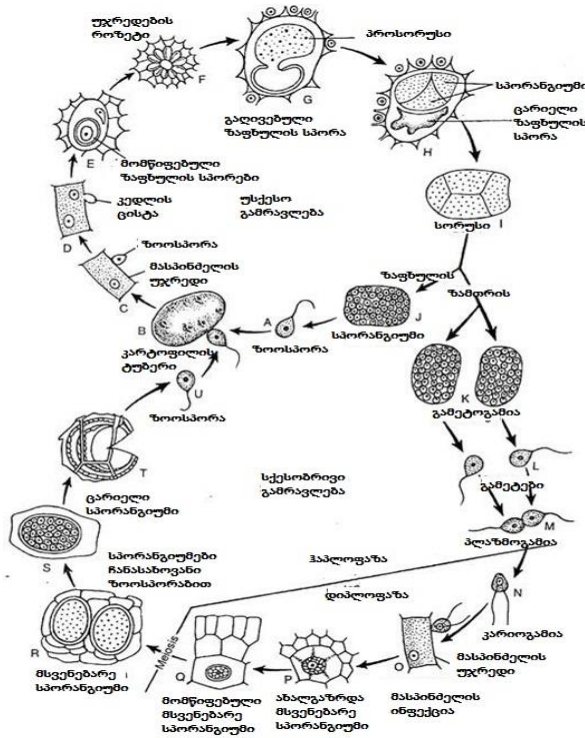
სინონიმები: *Chrysophlyctis endobiotica* Schilbersky, *Synchytrium solani* Masee

3. პათოგენის ბიოლოგია

3.1. პათოგენის სასიცოცხლო ციკლი

გაზაფხულზე, *S. endobioticum*-ის ზამთრის (მსვენებარე) სპორანგიუმები ღივდება ნიადაგში და წარმოქმნის 200-300 მოძრავ ზოოსპორას, რომლებიც შოლტის საშუალებით ნიადაგში გადაადგილება 50 მმ მანძილზე. სოკო წარმოადგენს ობლიგატურ ბიოტროფულ პათოგენს, რის გამოც ხანმოკლე სიცოცხლის მქონე ზოოსპორებს ესაჭიროება შესაბამისი მასპინძელი მცენარის პოვნა მათი ფორმირებიდან 1-2 საათის განმავლობაში. ზოოსპორები მიაღწევენ რა მცენარის ახალგაზრდა ტუბერებს ან სტოლონებს, ინცისტირებენ და აინფიცირებენ მათ. შედეგად, ინფიცირებულ უჯრედებში წარმოიქმნება ჰაპლოიდური სორუსები. ასევე მომიჯნავე უჯრედები მრავლდება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ყვავილოვანი კომბოსტოს მსგავსი წარმონაქმნები (სურ.1.). დაავადების მეორე ციკლი იწყება მაშინ, როცა მომწიფებული ზაფხულის სპორანგიუმები წარმოქმნიან ჰაპლოიდურ ზოოსპორებს. ზამთრის

სპორანგიუმებისაგან განსხვავებით, ზაფხულის სპორანგიუმები თხელკედლიანია ხანმოკლე სიცოცხლის ხანგრძლივობით. მათ არ ახასიათებს მსვენებარე სტადია. თითოეული სორუსი მოიცავს 1-დან 9-მდე ზაფხულის სპორანგიუმს, რომელიც შეიცავს ათასობით უშოლტო ზოოსპორას.



სურათი 1. *S. endobioticum*-ის განვითარების სასიცოცხლო ციკლი (წყარო: <https://plantlet.org>)

ზოოსპორები აინფიცირებენ ახალი მასპინძელი მცენარის ქსოვილებს და წარმოქმნიან კიბოს კორძებს. ხელსაყრელ პირობებში ეს პროცესი გრძელდება მცენარის ვეგეტაციის განმავლობაში.

მცენარის სტრესის დროს (მაგ. წყლის ნაკლებობა) ან კიბოს ქსოვილის დაბერებისას, ზოოსპორები მოქმედებენ როგორც იზოგამეტები, ერწყმიან ერთმანეთს და წარმოქმნიან ერთბირთვიან, დიპლოიდურ, ორშოლტიან ზიგოტებს, რომლებიც აინფიცირებენ მასპინძელი მცენარის ქსოვილებს ისევე, როგორც ზამთრის სპორანგიუმებიდან წარმოქმნილი ზოოსპორები.

ზიგოტებით ინფიცირების შემდეგ, მასპინძელი მცენარის უჯრედი, რომელშიც ზამთრის სპორანგიუმები წარმოიქმნება, იყოფა და წარმოქმნის კიბოს პროლიფერაციულ გამონაზარდებს, რომლებიც მომწიფებასთან ერთად იშლება და ცალკეედება, შედეგად კი ნიადაგში გამოთავისუფლდება ზამთრის სპორანგიუმები. მათ აქვთ სვენების სტადია.

ისინი ნიადაგში სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებენ 40 წლის განმავლობაში მასპინძელი მცენარის არარსებობის დროსაც კი. პრზეტაკივივიჩმა აჩვენა, რომ 43 წლის შემდეგ, ხელსაყრელ პირობებში, დაავადების განმეორება შეიძლება მოხდეს *S. endobioticum*-ის ერთი ზამთრის სპორანგიუმიდანაც კი.

3.2. მასპინძელი მცენარეები

S. endobioticum-ის ძირითადი მასპინძელი მცენარეა კარტოფილი (*S. tuberosum*). ასევე იგი აზიანებს პომიდვრის ფესვებს (*Lycopersicon esculentum* Mill.) და სხვა ძალყურძენასებრთა ოჯახის წარმომადგენლებს კიბოვანი კორძების წარმოქმნის გარეშე. ექსპერიმენტულ პირობებში პათოგენმა შეიძლება დააინფიციროს მცენარის შემდეგი სახეობები: *Lycium*, *Nicandria*, *Schizanthus*, *Duboisia*, *Capsicastrum*, *Physalis*, *Nicotiana*.

3.3. პათოგენის გავრცელება

S. endobioticum-ის ბუნებრივი გავრცელების შესაძლებლობა არის შეზღუდული. სოკო შეიძლება გავრცელდეს საერთაშორისო ვაჭრობის დროს ინფიცირებული კარტოფილის ტუბერებით, მცენარეებით ან ინფიცირებული ნიადაგით. პათოგენის გავრცელება ასევე შესაძლებელია ინფიცირებული ნიადაგით დაბინძურებული სასოფლო-სამეურნეო

მანქანებისა და საირიგაციო წყლის მეშვეობით, კიბოთი ინფიცირებული მინდვრებიდან მონაბერი მტვერით, ჭიაყელებით ან ცხოველთა ნაკელის მეშვეობით.

3.4 პათოგენის განვითარების ხელსაყრელი გარემო პირობები

S. endobioticum-ის მსვენებარე სპორების განვითარება დამოკიდებულია გარემო ფაქტორებზე (ნიადაგის ტენიანობაზე, ტემპერატურასა და მჟავიანობაზე) და მასპინძელი მცენარის მერისტემული ქსოვილის არსებობაზე. ინფექციის პროცესი გრძელდება სავეგეტაციო პერიოდში ხელსაყრელ გარემო პირობების დროს (ნიადაგის ტენიანობა 30-დან 95%, ტემპერატურა 10°–27°C, ნიადაგის pH 3.9–8.5, ნალექების წლიური რაოდენობა 700 მმ). სოკო განსაკუთრებით რეაგირებს ნიადაგის მჟავიანობაზე. მაღალი მჟავიანობისას, ზამთრის სპორები არ ვითარდება, მაგრამ არ კარგავენ ცხოველმოქმედებას.




ჩატარებულმა საველე და ლაბორატორიულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ მინერალური მარილები: მაგნიუმი, სპილენძი და მოლიბდენი ამცირებს ინფექციას, ხოლო ასპარაგინი, თუთია და სპილენძი ზრდის სპორანგიუმების გაღივების პროცესს.

ნიადაგის ტენიანობა და ტემპერატურა დიდ როლს თამაშობს კიბოს გახრწნის პროცესში, რომლის დროსაც თავისუფლდება სპორანგიუმები. მშრალ თბილ ნიადაგებში, დაავადების განვითარება შენელებულია, მაშინ როცა მთისძირა და მთის ნიადაგები ხელს უწყობენ მათ აგრესიულობას. მსუბუქი ქვიშიანი ნიადაგი ხელსაყრელი პირობაა დაავადების განვითარებისათვის, ხოლო თიხნარი და ტალახიანი ნიადაგი კი პირიქით.

სოკო არ არის საშიში ადამიანისა და ცხოველის ჯანმრთელობისთვის. ის არ კვდება საჭმლის მომწელებელ სისტემაში. პირიქით, კუჭნაწლავის ტრაქტში გავლის შემდეგ ჩქარდება ზამთრის სპორანგიუმების გაღივების პროცესი. აქედან გამომდინარე, არ არის რეკომენდირებული კიბოთი დაავადებული მცენარით ცხოველის გამოკვება.

4. ნიმუშების შეგროვება

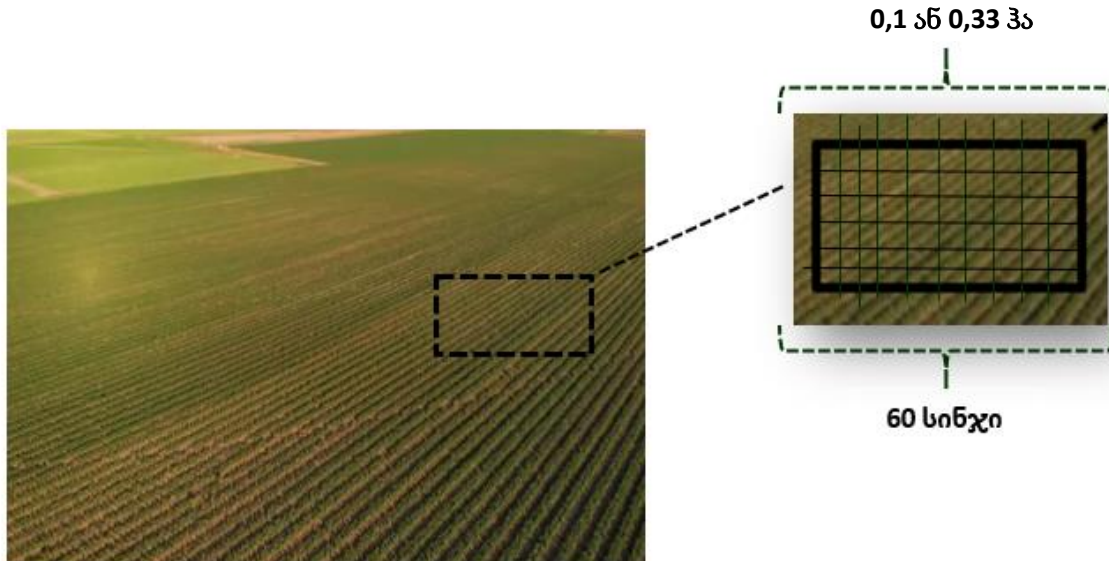
მინდორში, ნიმუშების შეგროვებისთვის, აუცილებელია თან გვქონდეს:

	<p>კალამი, პერმანენტული მარკერი, რვეული გამოვიყენებთ მოსავალის, ადგილმდებარეობისა და დაავადების სიმპტომების აღსაწერად.</p>
	<p>ფოტოაპარატი გამოვიყენებთ დაავადების სიმპტომების აღბეჭდვისათვის.</p>
	<p>ლუპა გამოვიყენებთ დაავადების სიმპტომების ვიზუალური შემოწმებისთვის.</p>

<p>აბაკტი N</p> <p>თარიღი: _____</p> <p>ადგილი: _____</p> <p>ფერმერი: _____</p> <p>მცენარე: _____</p>	<p style="text-align: center;">ეტიკეტი</p> <p>გამოვიყენებთ შეგროვებულ ნიმუშსზე ინფორმაციის მისათითებლად.</p>
	<p style="text-align: center;">პოლიეთილენის პარკი</p> <p>გამოვიყენებთ ნიადაგის და მცენარეული ნიმუშების შეგროვებისა და შენახვისათვის.</p>
	<p style="text-align: center;">ტომარა</p> <p>გამოვიყენებთ ნიადაგისა ნიმუშების შეგროვებისა და შენახვისათვის.</p>
	<p style="text-align: center;">ვედრო</p> <p>გამოვიყენებთ ნიადაგის ნიმუშების შეგროვებისათვის.</p>
	<p style="text-align: center;">მუშამბა</p> <p>გამოვიყენებთ შეგროვილი ნიადაგის ნიმუშების შერევისათვის.</p>
	<p style="text-align: center;">ამლები ბურღი</p> <p>გამოვიყენებთ ნიადაგიდან ნიმუშების ამოღებისათვის.</p>
<p style="color: red;">აუცილებელია!</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ✚ სასმელი წყალი ✚ ქუდი ✚ ხელთათმანი </div>

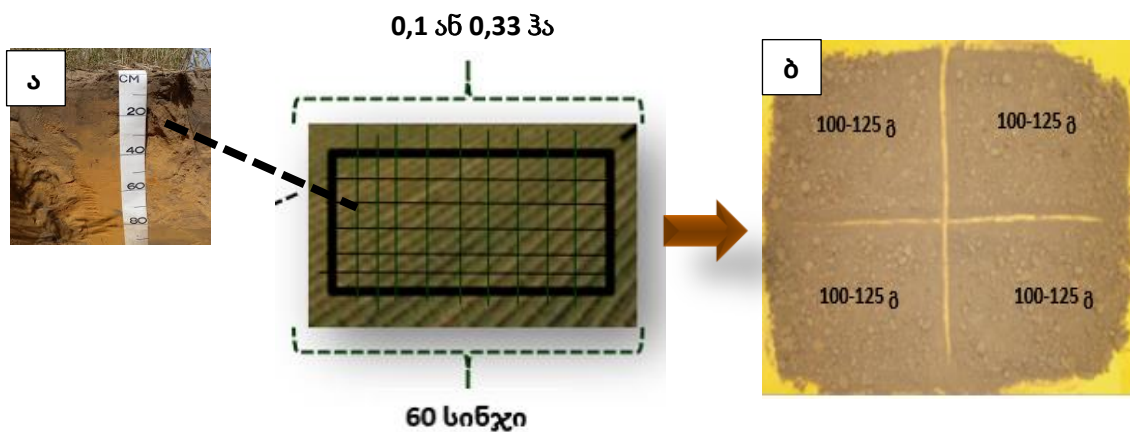
4.1. ნიადაგის ნიმუშების შეგროვება

მინდორში კარტოფილის კიბოს გამომწვევი სპორანგიუმების არათანაბარი გავრცელების გამო, EPPO (PM 3/59 (3) პროტოკოლის მიხედვით რეკომენდირებულია 0,1 ან 0,33 ჰა ფართობიდან 60 სინჯის აღება (სურ.2).



სურათი 2. მინდორის დაყოფა ნიადაგის ნიმუშების ასაღებად

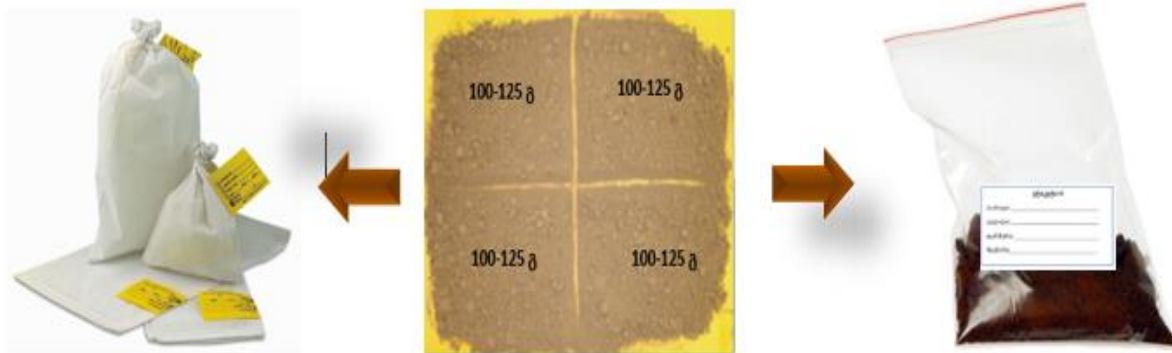
სინჯების აღება ხდება სპეციალური ნიმუშის ამღები ბურღით სახნავი ფენის 20 სმ სიღრმეზე (სურ. 3-ა). ყველა ამოღება (სინჯი) იცრება ერთად. აღებული სინჯები თავსდება მუშამბაზე, აირევა კარგად, მოსწორდება, დაიყოფა 4 თანაბარ ნაწილად. თითოეული ნაწილიდან ვიღებთ 100-125 გრამს, რომელთა შემდგომი შეერთებით მივიღებთ 400-500 გ. საშუალო ნიმუშს (სურ. 3-ბ).



სურათი 3. ა. სინჯების აღება 0.1 ან 0.33 ჰა ფართობიდან, ბ. კვარტირების მეთოდით ნიმუშების არევა და საშუალო ნიმუშის მიღება

საშუალო ნიმუშს ვათავსებთ პოლიეთილენის პარკში ლაბორატორიული ანალიზისათვის, ხოლო დანარჩენს კი ტომარაში ბიოტესტისათვის. პოლიეთილენის პარკსა და ტომარას

ვუკეთებთ ეტიკეტს ნიმუშის აღების თარიღის, ადგილმდებარეობის, ფერმერის ვინაობისა და დარგული მცენარის ჯიშის მითითებით (სურ. 4).



სურათი 4. ნიადაგის ნიმუშების განაწილება შემდგომი კვლევისათვის



- ნიადაგი შეიძლება დაბინძურებული იყოს პათოგენის სპორანგიუმებით. ამიტომ ნიადაგის ნიმუშების შეგროვების შემდეგ, დაუშვებელია გაურეცხავი და მიწიანი სამუშაო იარაღების გამოტანა და შემდგომი გამოყენება;
- ნიადაგის ნიმუშების აღება შეიძლება წლის ნებისმიერ დროს, რადგან პათოგენი სიცოცხლიუნარიანია ნიადაგში 40 წლის განმავლობაში.

4.2. მცენარეული ნიმუშების შეგროვება



ძირითადად გავრცელებულია დაავადების მიწისქვეშა სიმპტომები, რომელთა გამოვლენა ხდება მოსავლის აღების შემდეგ. ამიტომ, რეკომენდირებულია მცენარეული ნიმუშის შეგროვება მოსავლის აღების შემდგომ პერიოდში. დაავადებული ნიმუშები უნდა მოვათავსოთ პოლიეთილენის პარკებში ან ტომარაში შესაბამისი ეტიკეტრებით (სურ.5).

სასურველია მოხდეს მცენარეული ნიმუშების ტრანსპორტირება ლაბორატორიაში ნიმუშების აღების დღესვე კიბოვანი კორპების ლპობის თავიდან აცილების მიზნით.



სურათი 5. დაავადებული კარტოფილის ტუბერების შეგროვება მინდორში

4.3. ფიტოსანიტარიულ კარანტინს დაქვემდებარებული პროდუქციის შემოწმებისას ნიმუშების აღება

საქართველოს სოფლის მეურნეობის მინისტრისა და საქართველოს ფინანსთა მინისტრის ერთობლივი ბრძანების (№2-7 – №33) საფუძველზე, სასაზღვრო ინსპექციის პუნქტებში, საკარანტინო დაავადების თავიდან აცილების მიზნით, სასაზღვრო-საკარანტინო კონტროლს ექვემდებარება სათესლე, სასურსათო თუ ტექნიკური მიზნებისათვის განკუთვნილი კარტოფილი.

სათესლე კარტოფილი

ბრძანების მე-13 მუხლის მიხედვით, სათესლე მასალიდან წერტილოვან სინჯებს იღებენ ნებისმიერი სატრანსპორტო საშუალებიდან და საწყობიდან.

ნაყარი სათესლე კარტოფილი- ტრანსპორტირების ან შენახვის პირობებში კარტოფილის პარტიიდან წერტილოვანი სინჯები აიღება დაახლოებით 20მ² სიდიდის წინასწარ პირობითად დაყოფილი სექციებიდან 11 წერტილში ორი შრიდან: ზედა და 40 სმ სიღრმეზე (სურ. 6). რონოდებიდან, გემებიდან გადმოტვირთვის (ჩატვირთვის) დროს წერტილოვანი სინჯები აიღება დროის თანაბარ მონაკვეთებში იმ გათვლით, რომ ყოველი 10 ტონიდან აღებულ იქნეს 200 ტუბერი.



სურათი 6. ნაყარი სათესლე კარტოფილიდან სინჯის აღება

კარტოფილი ტარაში (ტომრები, კალათები, ბადურები და სხვ.)- ტრანსპორტირებადი ან შენახვის პირობებში არსებული კარტოფილიდან წერტილოვან სინჯებს ყველა სიღრმეზე იღებენ ადგილების მთლიანი რაოდენობის არანაკლებ 5%-დან. ყოველი წერტილოვანი სინჯი საშუალოდ შეადგენს 5-8 ტუბერს.

კარტოფილიდან ჩამონაცვნი ნიადაგის სინჯები-

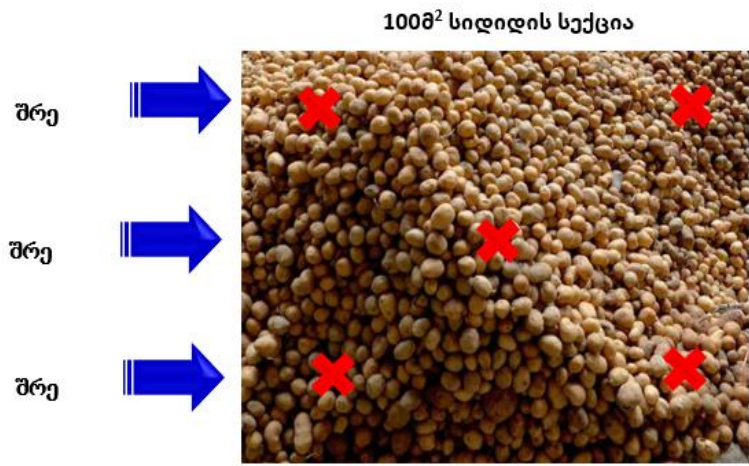
- შენახვის პირობებში არსებული კარტოფილიდან ნიადაგის სინჯები აიღება ზედა შრიდან 30სმ სიღრმემდე;
- გადასაზიდი კარტოფილიდან სინჯები აიღება დაბალი შრეებიდან ან ტრანსპორტის იატაკიდან გადმოცლის შემდეგ, ყოველი სატრანსპორტო ერთეულიდან 5-10 წერტილში;



- საშუალო ნიმუში შეადგენს 200 გრამს. საშუალო ნიმუშების რაოდენობა ნაყარი კარტოფილისთვის 50 ტონაზე შეადგენს კარტოფილის მასა გამრავლებული კოეფიციენტზე – 0,05;
- დატარიანებულისათვის (თუ პარტიაში არის 100 ადგილზე მეტი) პარტიაში არსებული ადგილების რაოდენობა გამრავლებული კოეფიციენტზე – 0,003.

სასურსათე და ტექნიკური მიზნისათვის განკუთვნილი კარტოფილი

ყრილი კარტოფილი საწყობებში, გემებში პირობითად იყოფა 100მ² სიდიდის სექციებად. სექციებიდან, ასევე სხვა სატრანსპორტო საშუალებებიდან (ვაგონი, ავტომანქანა) კარტოფილის, ძირნაყოფების სინჯები აიღება ხუთ წერტილში (სურ. 7) ორი შრიდან. ყოველი წერტილოვანი სინჯი შეადგენს 5-8 ტუბერს.



სურათი 7. სასურსათე და ტექნიკური მიზნებისათვის განკუთვნილი კარტოფილიდან სინჯის

რონოდების (ავტომანქანების) რაოდენობა, რომლებიდანაც აიღება სინჯები, განისაზღვრება პარტიის სიდიდის მიხედვით:

პარტიაში ვაგონების (ავტომანქანების) რაოდენობა	წერტილოვანი ნიმუშების აღების სიხშირე
5-მდე	ყოველი რონოდიდან (ავტომანქანიდან)
6-დან 15-მდე	ყოველი მე-3-დან
15-ზე ზევით	ყოველი მე-5-დან

5. დაავადების გამოვლენა

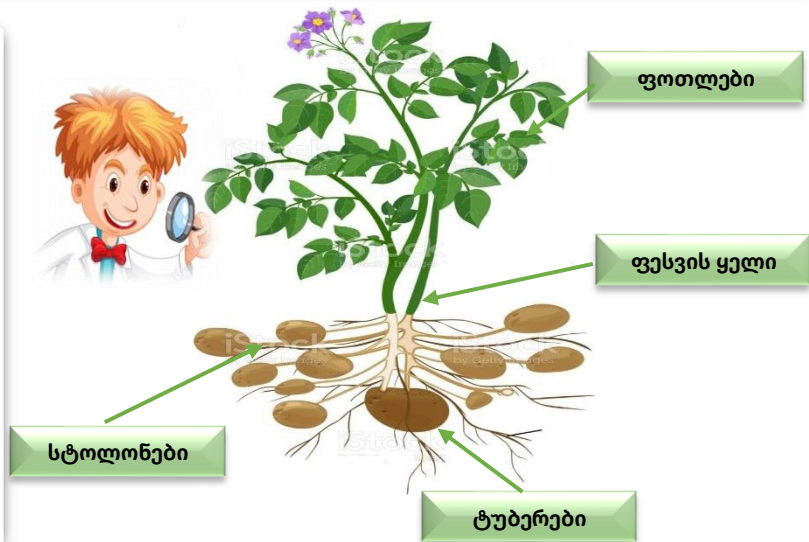
5.1. მცენარის ვიზუალური შემოწმება



➤ პროლიფერაციული გამონაზარდები ანუ ე.წ. კიბოვანი წარმონაქმნი ერთადერთი სიმპტომია „კარტოფილის კიბოს“ გამოსავლენად.



დაავადების გამოსავლენად, მცენარის ვიზუალური შემოწმების დროს, ყურადღება უნდა მივაქციოთ მცენარის სტოლონებზე, ტუბერებსა და ფესვის ყელზე „ყვავილოვან კომბოსტოს“ მსგავს პროლიფერაციულ წარმონაქმნებს, ხოლო ფოთლებზე მათ დეფორმაციას (სურ.8).



სურათი 8. მცენარე - კარტოფილი

კიბოვანი წარმონაქმნები ტუბერებზე

- სხვადასხვა ფორმის, წონისა და ზომის პროლიფერაციული გამონაზარდებია. ინფექცია იწყება ტუბერების თვლებიდან. ახალგაზრდა განვითარებადი ტუბერების ინფიცირებისას ხდება ტუბერების მთლიანად გადაგვარება (სურ. 9). ძველ ტუბერებში მხოლოდ თვლები ინფიცირდება, რომლის დროსაც ვითარდება დაავადებისათვის დამახასიათებელი პროლიფერაციული წარმონაქმნები (სურ.10). წარმონაქმნები თავდაპირველად მოთეთრო-მოყავისფერო შეფერილობისაა, შემდეგ თანდათანობით შავდება, საბოლოოდ ლპება და იშლება (სურ.11-ა, ბ).

კიბოვანი წარმონაქმნები სტოლონებზე

- ტიპური პროლიფერაციული წარმონაქმნები წარმოიქმნება სტოლონებზეც, რომელთაც გააჩნიათ სხვადასხვა ფორმა და ზომა. ისინი ასევე თავდაპირველად მოთეთრო-მოყავისფერო შეფერილობისაა, შემდეგ თანდათანობით შავდება, ლპება და იშლება (სურ. 12)



➤ დაავადებისას მიწისქვეშა სიმპტომი არ ვლინდება (ფესვებზე, სტოლონებზე) მოსავლის ადებამდე. ამიტომ, დაავადების გამოსავლენად, უნდა შევამოწმოთ მცენარე მოსავლის ადების შემდეგ;
➤ ჰათოგენი არ აინფიცირებს მცენარის ფესვებს;
➤ ავადდება მხოლოდ დაავადებისადმი მიმღები კარტოფილის ჯიშები.



სურათი 9. დაავადებისგან გადაგვარებული ტუბერები



სურათი 10. ტუბერების თვლებში განვითარებული ინფიცირება და კიბოვანი წარმონაქმნები



სურათი 11. ა. მოთეთრო - მოყავისფერო კიბოვანი წარმონაქმნი ტუბერზე, ბ. მოშავო, დამპალი და დაშლილი კიბოვანი წარმონაქმნები



სურათი 12. მცენარის სტოლონებზე განვითარებული კიბოვანი წარმონაქმნები

კიბოვანი წარმონაქმნები ფესვის ყელზე

- მზის სხივების გამო არის მომწვანო-მოყვითალო ფერის (სურ. 13), რომელიც მომწიფებისას ყავისფერდება, შემდეგ შავდება და ლპება.



სურათი 13. კიბოვანი წარმონაქმნები მცენარის ფესვის ყელზე

ინფიცირებული ფოთლები

- მცენარის ფოთლების დაავადებისას ხდება მხოლოდ მათი დეფორმაცია (სურ. 14).



- დაავადებისას მიწისზედა სიმპტომი ძალიან იშვიათად ვლინდება (ფოთლები, ფესვის ყელი);
- მცენარის ყვავილები არ ავადდება კარტოფილის კიბოთი.



სურათი 14. ა. მცენარის ჯანმრთელი ფოთოლი, ბ. კიბოთი დაავადებული, დეფორმირებული ფოთოლი
(წყარო: <https://apsjournals.apsnet.org>)

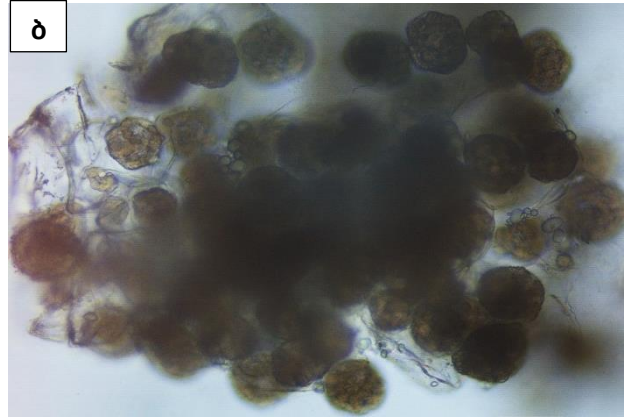
5.2. დაავადების გამოვლენის რისკი

კარტოფილის კიბოსთან ასოცირებული სიმპტომები ხშირად სხვადასხვა პათოგენის მიერ გამოწვეული დაავადებების სიმპტომების მსგავსია:

კარტოფილის ფხვიერი ქეცი

- გამომწვევი პათოგენი - *Spongospora subterranea*

f.sp. subterranea იწვევს მასპინძელი მცენარის ტუბერების უჯრედების დაყოფას და წარმოქმნის ქერქლის მსგავს წარმონაქმნებს, რომელიც კარტოფილის კიბოს სიმპტომს მოგვაგონებს (სურ.15-ა). კარტოფილის კიბოს გამომწვევი პათოგენისაგან განსხვავებით ის აზიანებს ფესვებსაც და ასევე მისი მსვენებარე სპორები თავისი ოვალური, უსწორო, წაგრძელებული ფორმით (3.5 – 4.5 მკმ დიამეტრის) (სურ. 15-ბ) განსხვავდება კარტოფილის კიბოს გამომწვევი პათოგენის მსვენებარე სპორებისაგან.



სურათი 15. ა. ფხვიერი ქეცით დაავადებული ტუბერები, ბ. პათოგენის სპორები

(წყარო: EPPO)

კარტოფილის გუდაფშუტა

- პათოგენის - *Thecaphora solani* მიერ

ინფიცირებული ტუბერები დეფორმირდება და აქვს ზედაპირზე კიბოს მსგავსი გამონაზარდები (სურ. 16-ა). გაჭრისას მრავალრიცხოვანი მოყავისფერო-შავი სორუსები შეიმჩნევა (სურ. 16-ბ), რომელიც მოიცავს 7.5 – 20 × 8 – 18 მკმ დიამეტრის სპორებს (სურ. 16-გ).



სურათი 16. ა. კარტოფილის გუდაფშუტათი დაავადებული ტუბერები, ბ. დაავადებული ტუბერის განივი განაკვეთი მოყავისფერო-შავი სორუსებით, გ. გუდაფშუტას სპორები

(წყარო: EPPO)

ფსევდო კიბო

შედგება მრავალრიცხოვანი წვეტიანი ყლორტისაგან, რომელიც ერთადაა თავმოყრილი და არ ღებება მოშწიფებისას, არ აქვს ზამთრის სპორანგიუმი. ყლორტის ცალკეული მწვერვალი ნაკლებად შესივებული და უფრო მეტად ადვილად შესაცნობია, როგორც კვირტი (სურ. 17).



სურათი 17. კარტოფილის ტუბერებზე განვითარებული „ფსევდო კიბო“



საექვო სიმპტომის არსებობის შემთხვევაში აუცილებელია დაავადებული მცენარის ქსოვილის მიკროსკოპული შემოწმება კარტოფილის კიბოს გამომწვევი პათოგენის სპორანგიუმის გამოსავლენად;

6. პათოგენის იდენტიფიკაცია

6.1. მცენარეულ ნიმუშებში პათოგენის იდენტიფიკაციის პროცედურა

მიკროპრეპარატის მოსამზადებლად საჭიროა შემდეგი ხელსაწყოები და რეაგენტები:



მიკროპრეპარატის მომზადების პროცედურა:

- ტუბერზე პროლიფერაციულ წარმონაქმნს სკალპელით ჩამოვაჭრათ 1 მმ სისქის ქსოვილი და გავაკეთოთ მიკროსკოპული ანათალი;
- პინცენტის საშუალებით მოვათავსოთ ანათალი სასაგნე მინაზე;
- დავამატოთ 1 მლ ლაქტოგლიცერინი ისე, რომ ანათალის მთელი მონაკვეთი დასველდეს;
- დავაფაროთ სასაგნე მინა;
- გამოვიკვლიოთ ანათალი მიკროსკოპით X10 ან X40 გადიდებაზე;
- თუ ანათალი სქელია, მაშინ რთული იქნება სპორანგიუმების დანახვა. ასეთ შემთხვევაში მოვამზადოთ სხვა ანათალი, მოვათავსოთ სასაგნე მინაზე, დავაწვეთოთ ლაქტოგლიცერინი, დავჩხლიტოთ ნემსით და დავაფაროთ სასაგნე მინა;
- ჰაერის ბუმტუკების წარმოქმნის შემთხვევაში, შევათბოთ სასაგნე მინა სპირტქურაზე.



ლაქტოგლიცერინის მომზადება
1: 1: 1 რძემჟავას, გლიცერინის და წყლის ნარევი (მაგ. 350 მლ რძემჟავა, 350 მლ გლიცერინი და 350 მლ გამოხდილი წყალი)

6.2. ნიადაგის გამოკვლევა პათოგენის არსებობაზე

პათოგენის არსებობაზე ნიადაგის გამოკვლევა ხდება ბიოტესტით, ლაბორატორიულ ან საველე პირობებში, რომლის დროსაც დგინდება პათოგენის სპორანგიუმების სიცოცხლიუნარიანობა.

ნიადაგის ნიმუშებში პათოგენის გამოყოფისა და იდენტიფიკაციისთვის საჭიროა შემდეგი ხელსაწყოები და რეაგენტები:



საშრობი კარადა



საცერი (1 მმ, 0.5მმ, 0.25 მმ, 0.03მმ)



როდინი და ფილთაქვა



ცენტრიფუგა



ცენტრიფუგის სინჯარა



მინის სინჯარა



მიკროსკოპი



პიპეტი



სასწორი



ვორტექსი



ერლენმეიერის კოლბა



მენზურა



ფილტრის ქაღალდი



წყალი



კაოლინი

ნიადაგიდან სპორანგიუმების გამოყოფის პროცედურა:

- თუ ნიადაგი ტენიანია ან სველი, აუცილებელია გავაშროთ საშრობ კარადაში 37°C ტემპერატურაზე;
- გამოშრობის შემდეგ, 400-500 გ. ნიადაგი (საშუალო ნიმუში) დაბეგვით როდინში რეზინიანი ფილთაქვით;
- დაბეგვილი ნიადაგი გავცრათ 1.0 მმ, 0,5 მმ, 0,25მმ და 0,03მმ ნახვრეტების მქონე საცრებში;
- გაცრილი საშუალო ნიმუშიდან ავიღოთ 1 გ ნიადაგი (ხუთჯერადი გამეორებით) და გადავიტანოთ ცენტრიფუგის სინჯარებში;
- ცენტრიფუგის სინჯარებს დავუმატოთ კაოლინის სუსპენზია 14 მლ შევსებამდე (სურ.18) და დავავორტექსოთ ვორტექს-სანჯღრეველათი ფრაქციების დაშლის მიზნით 10 წამის განმავლობაში;



კაოლინის სუსპენზიის მომზადება:
გახსნათ 200 გრ კაოლინი 1 ლ ონკანის წყალში.

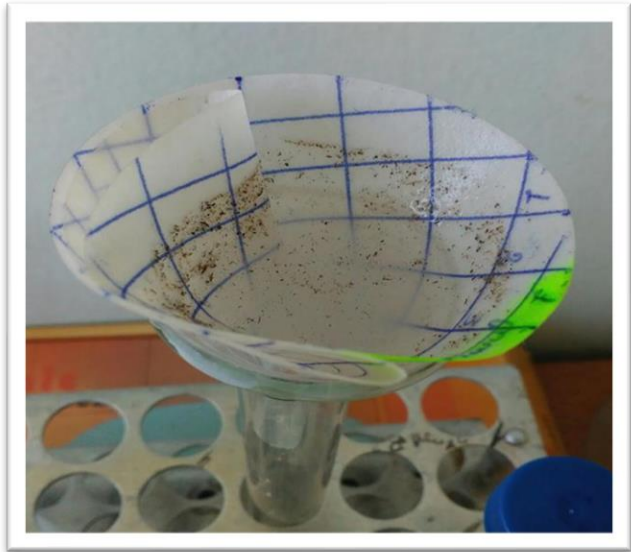
- დავაცენტრიფუგიროთ სინჯარები 1080 ბრუნზე 5 წუთის განმავლობაში;
- ფილტრის ქაღალდი დავახვიოთ ძაბრისებურად და მოვათავსოთ მინის კოლბებში;
- ცენტრიფუგირების შემდეგ, სინჯარებში არსებული სუპერნატანტი გავფილტროთ ფილტრის ქაღალდის (ფორის ზომა 11 მკმ) საშუალებით;
- გაფილტვრის შემდეგ, ფილტრის ქაღალდი დაახლოებით 2 -3 წუთის გამწვანებაში მოვათავსოთ ოთახის ტემპერატურაზე გასაშრობად (სურ. 19);
- გაშრობის შემდეგ, ფილტრის ქაღალდი მოვათავსოთ მიკროსკოპის სასაგნე დაფაზე და მოვახდინოთ სპორანგიუმების იდენტიფიკაციას X10 ან X40 გადიდებაზე (სურ.20).



სუპერნატანტში სპორანგიუმების მარტივად დათვლისათვის, დაგხაზოთ პარალელური ხაზები ფილტრის ქაღალდზე და დავნიშროთ. შემდეგ კი მიკროსკოპით დავითვალოთ სპორების რაოდენობა თითოეულ უჯრაში (სურ. 21)



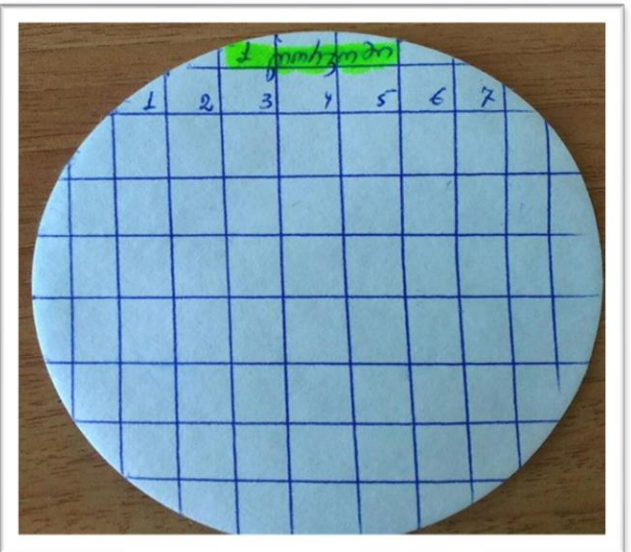
სურათი 18. პათოგენის გამოყოფა ნიადაგის ნიმუშებიდან კაოლინის გამოყენებით



სურათი 19. სუპერინოკულაციის გაფილტვრა



სურათი 20. სპორანგიუმების იდენტიფიკაცია



სურათი 21. ფილტრის ქარალდი სპორანგიუმების იდენტიფიკაცია

- დავითვალთ სპორების რაოდენობა 1 გ ნიადაგში (ცდა მეორდება ხუთჯერადი გამეორებით), შევიყვანოთ მონაცემები ქვემოთ მოცემულ ცხრილში და გამოვიანგარიშოთ მათი საშუალო (ცხრ.1)

ცხრილი 1. ნიადაგის ანალიზი

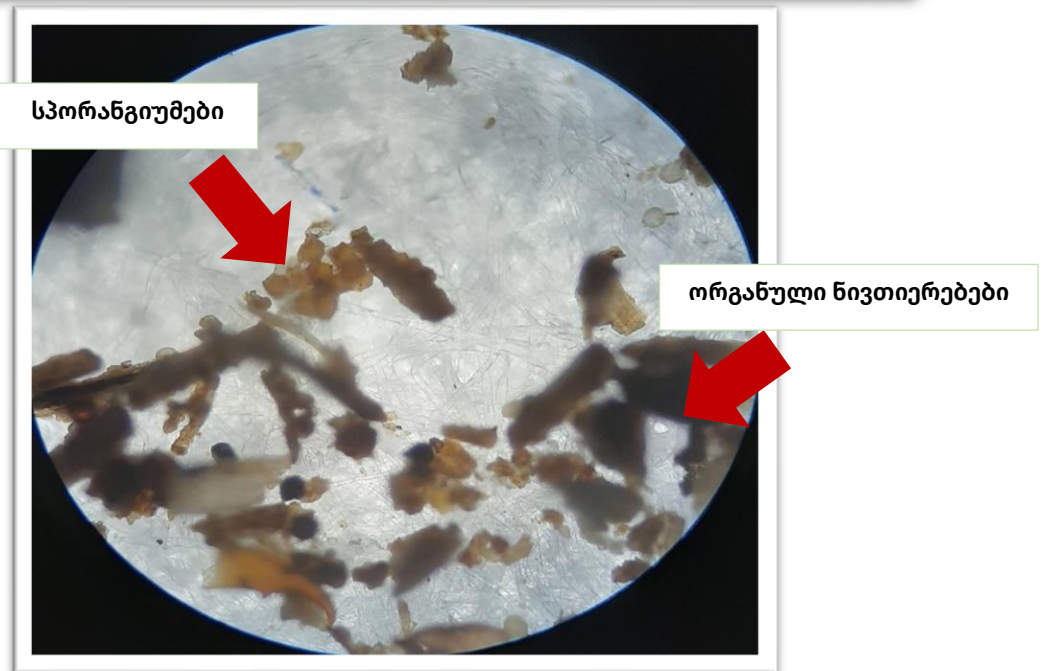
No	თარიღი	ნიადაგის ნიმუში N	ნიადაგი (გ)	რანდომიზაცია					საშუალო
				1	2	3	4	5	
1									



ნიადაგის ნიმუშში სპორანგიუმის რაოდენობის მიხედვით ხდება საკარანტინო ზონაში აკრძალვის სრული ან ნაწილობრივ მოხსნა (საქართველოს მთავრობის დადგენილება, 2015).



➤ საქართველოს ნიადაგები მდიდარია ორგანული ნივთიერებებით, ამიტომ ნიადაგის ნიმუშში სპორანგიუმის იდენტიფიკაციის სირთულეს წარმოადგენს სპორანგიუმის გარჩევადობა ნიადაგის ორგანული ნივთიერებებისგან (სურ.22).



სურათი 22. ნიადაგის ნიმუშში სპორანგიუმების იდენტიფიკაცია

6.3. ბიოტესტი (ქოთნის ცდა) და მინდვრის ცდა

ნიადაგის ნიმუშების პირდაპირი (მიკროსკოპული) შემოწმების დროს (პირველადი სკრინინგი) ხშირია სპორანგიუმების არ გამოვლენის შემთხვევა. ასეთ დროს მიმართავენ ბიოტესტს ან მინდვრის ცდას.

ბიოტესტის დროს, ინფიცირებული ტერიტორიიდან აღებულ ნიადაგის ნიმუშებს ათავსებენ ქოთნებში და რგავენ დაავადებისადმი მიმღებ ჯიშებს (სურ.23). ვეგეტაციის შემდეგ, მცენარეს ამოწმებენ კიბოს სიმპტომებზე (სურ.25). მინდვრის ცდის დროს კი საცდელ ნაკვეთში რგავენ დაავადებისადმი მიმღებ ჯიშებს (სურ.24) და ასევე ამოწმებენ კიბოს სიმპტომებს მოსავლის აღების შემდეგ (სურ.25).



სურათი 23. ბიოტესტი



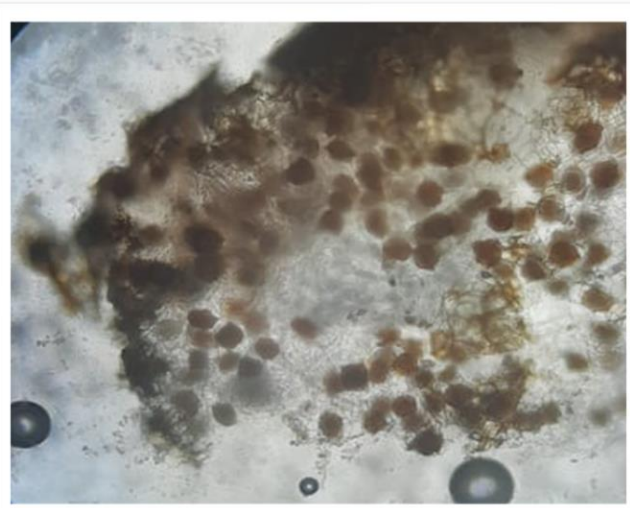
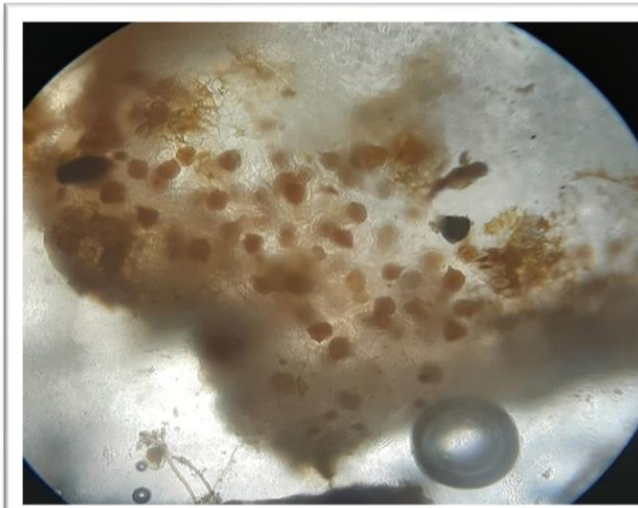
სურათი 24. მინდვრის ცდა



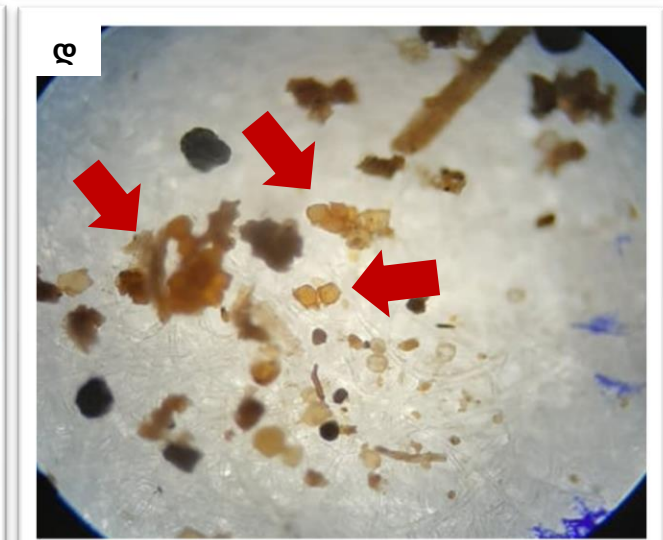
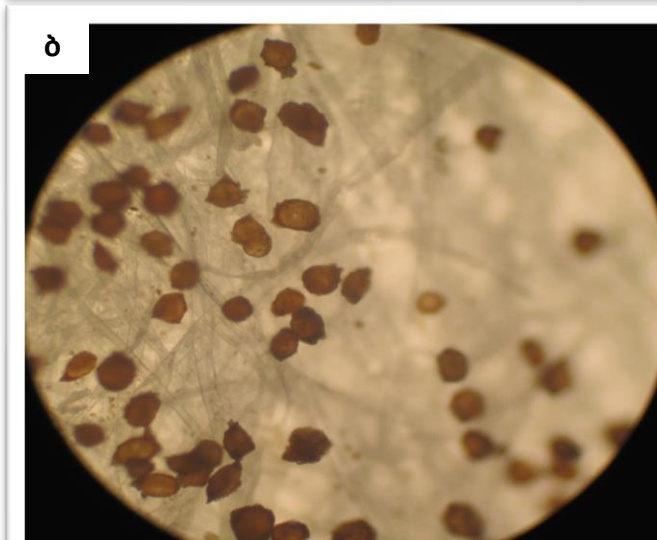
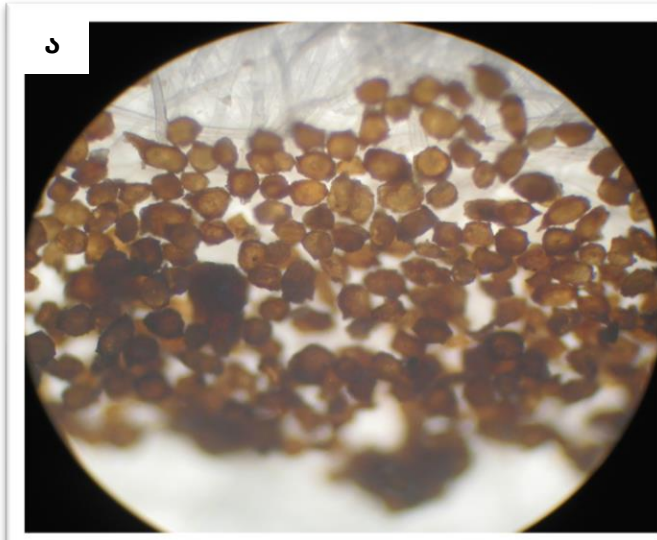
სურათი 25. მცენარის დაავადებისადმი მიმღები ჯიშების შემოწმება კიბოს სიმპტომებზე ბიოტესტისა და ქოთნის ცდის შემდეგ

6.4. პათოგენის სპორანგიუმების მორფოლოგიური იდენტიფიკაცია

ზამთრის სპორანგიუმები – წარმოიქმნება მცენარის ვეგეტაციისა და კორძების გახრწნის დროს. ისინი უსეპტოა, ოქროსფერ-მოყავისფერო, სქელკედლიანი (სამმაგი შრე), გარეთა კედელი ლაროვანია, არათანაბრად გასქელებული, ფორმით სფერული ან ოვალურია, ზომით 25-75 მკმ დიამეტრის (სურ.26).



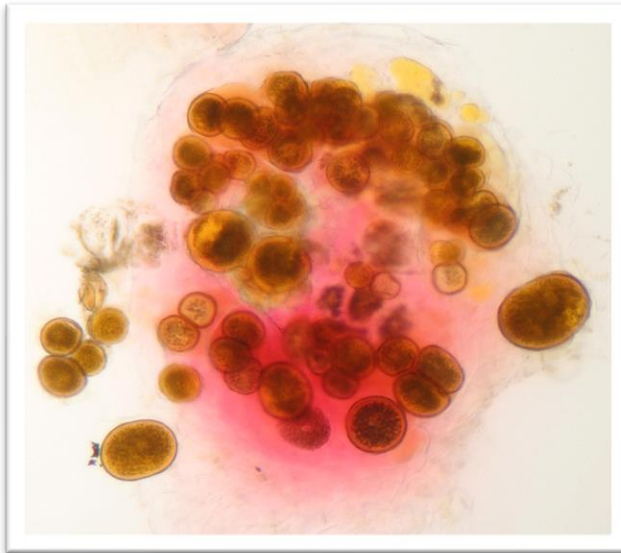
სურათი 26. ზამთრის სპორანგიუმი მცენარის ქსოვილში



სურათი 27. ზამთრის სპორანგიუმები: ა.-ბ. სილიან ნიადაგში; გ.- დ. ორგანული ნივთიერებებით მდიდარ ნიადაგში

როდესაც იხრწნება კორმები, თავდაპირველად სპორანგიუმები ატარებენ მასპინძელი მცენარის ქსოვილს, რომელიც მიმაგრებულია მასზე. საბოლოოდ კი მასპინძლის ქსოვილი იშლება და სპორანგიუმზე, ზედაპირული ხედიტომოსჩანს მასპინძლი მცენარის ნარჩენი ქსოვილი შვერილებად (სურ.27-ა,ბ,გ,დ), რომელიც ერთ-ერთი განმასხვავებელი ნიშანია *Synchytrium* სხვა სახეობებისგან, მაგ. *Synchytrium succisae* (სურ.28).

ზაფხულის სპორანგიუმები –თხელკედლიანია, გამჭვირვალე. სპორანგიუმები გვხვდება მცენარის ვეგეტაციის დროს ახალგაზრდა კიბოს კორმებში (სურ.29).



სურათი 28. *Synchytrium succisae* სპორანგიუმები
(წყარო:EPPO)



სურათი 29. ზაფხულის სპორანგიუმი
(წყარო:EPPO)

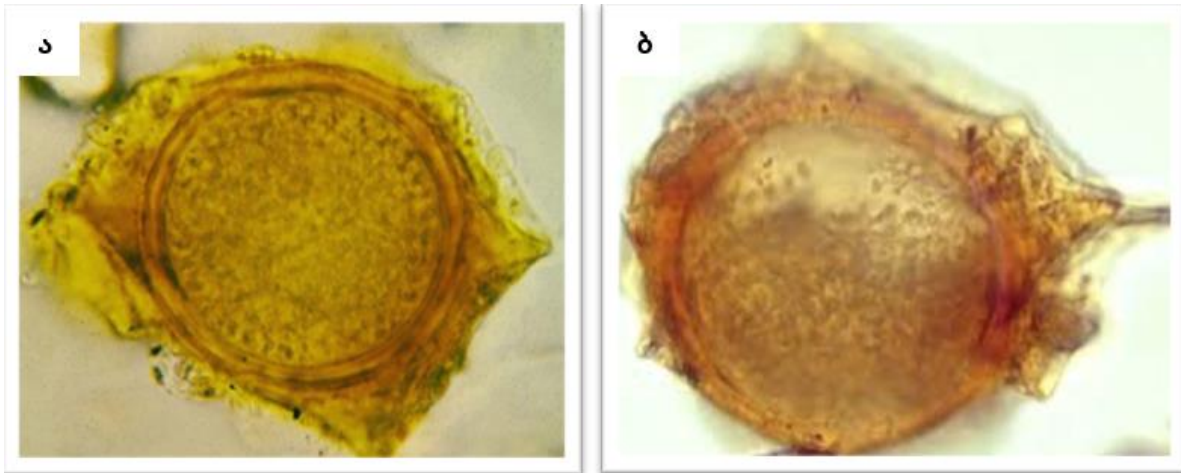
6.5. პათოგენის სპორანგიუმების სიცოცხლიუნარიანობის განსაზღვრა

პატენტი N 74877, უკრაინა, 2012- სიცოცხლისუნარიანი სპორანგიუმების განსაზღვრას ახდენენ საღებავი - კუმასი ლურჯის 0,5 % ხსნარით. შედეგისას ზამთრისა და ზაფხულის სიცოცხლიუნარიანი მარცვლოვანი შიგთავსის მქონე სპორანგიუმები ღებულობენ ლურჯ შეფერილობას, ხოლო უსიცოცხლო სპორანგიუმები არის ცარიელი, დეფორმირებულია და არ იღებება.



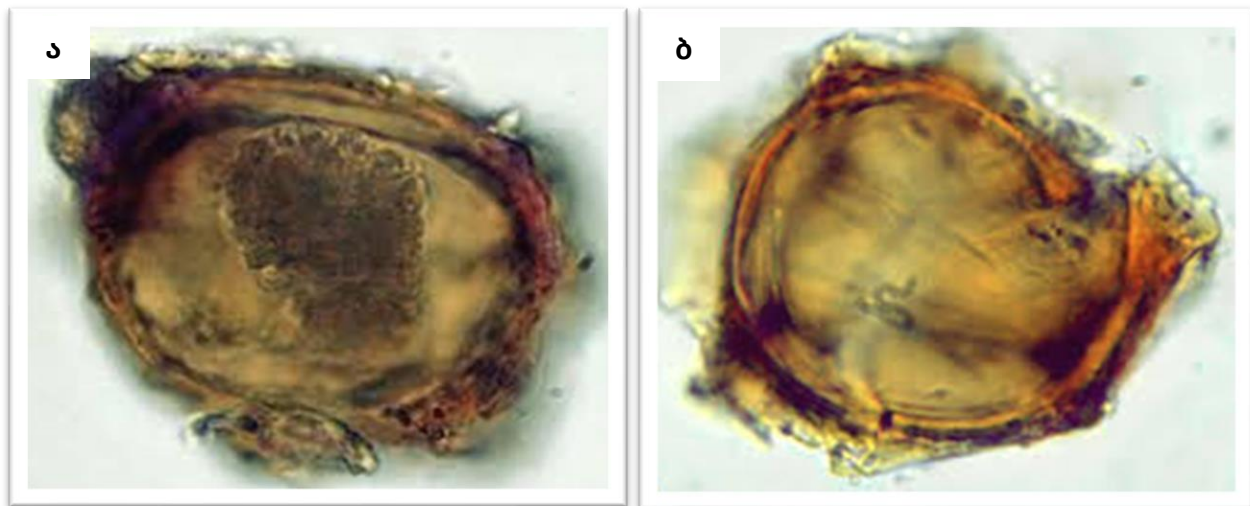
0.5 % კუმასი ლურჯის ხსნარის მომზადება: გავხსნათ 0.5 გრ კუმასი ლურჯი 100 მლ დისტილირებულ წყალში.

EPPO პროტოკოლის მიხედვით- სპორანგიუმების სიცოცხლიუნარიანობის დადგენა ხდება მათი შემცველობის მიხედვით მიკროსკოპული შემოწმების გზით. ცოცხალ სპორანგიუმებს აქვს ჰომოგენური, გრანულოვანი შემცველობა (სურ.30-ა,ბ), ხოლო უსიცოცხლო სპორანგიუმები ცარიელია (სურ.31-ა, ბ).



სურათი 30. *Synchytrium endobioticum*: ა. სიცოცხლიუნარიანი სპორანგიუმი, ბ. პლაზმოლიზური (პოტენციურად სიცოცხლიუნარიანი)

(წყარო:EPPO)



სურათი 31. *Synchytrium endobioticum*: ა. ძლიერ პლაზმოლიზირებული სპორანგიუმი (უსიცოცხლო),
ბ. სპორანგიუმი გარღვეული გარსით (უსიცოცლო)

(წყარო:EPPO)

გამოყენებული ლიტერატურა

1. CABI, & EPPO. (2019). *Synchytrium endobioticum* (wart disease of potato). CABI Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/52315>
2. EPPO (2004) EPPO Standards. PM 7/28 Diagnostic protocol for *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP /EPPO Bulletin 34, 213–218
3. FSA (European Food Safety Authority), M, Schenk, M, Camilleri, M, Diakaki, G, Schrader and S, Vos 2019. Pest survey card on *Synchytrium endobioticum*. *EFSA supporting publication* 2019: 16(4): EN-1591. 20 pp. doi: [10.2903/sp.efsa.2019.EN-1591](https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1591)
4. Gedz , S. (1957). Effect of manganese, boron, molybdenum and copper microelements on the rise of canker immunity in potatoes. Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine, 6:605–608.
5. Obidiegwu, J.E., Flath, K. & Gebhardt, C. Managing potato wart: a review of present research status and future perspective. *Theor Appl Genet* **127**, 763–780 (2014). <https://doi.org/10.1007/s00122-014-2268-0>
6. Przetakiewicz, J. (2015). The viability of winter sporangia of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. from Poland. *American Journal of Potato Research*, 92, 704–708.
7. [Зеля Георгій Віорелович](#) et al., (2012) Спосіб визначення життєздатності зооспорангіїв збудника раку картоплі *synchytrium endobioticum* (schilb.) perc.
8. საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე (2006). საქართველოსთვის მცენარეთა საკარანტინო ობიექტების ნუსხის დამტკიცების შესახებ. მოპოვებული საქართველოს სოფლის მეურნეობის მინისტრის ბრძანება №2-13: <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/62896?publication=0>-დან
9. საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე (2010). საქართველოს სოფლის მეურნეობის მინისტრისა და საქართველოს ფინანსთა მინისტრის 2010 წლის 25 იანვრის ერთობლივი ბრძანება №2-7 – №33 საკარანტინო და სხვა საშიში მავნე ორგანიზმების შემოჭრისა და გავრცელებისაგან საქართველოს ტერიტორიის ფიტოსანიტარიული დაცვის წესების დამტკიცების თაობაზე
10. საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე (2014). ტექნიკური რეგლამენტის - „სურსათში/ცხოველთა საკვებში და გარემოს ობიექტებში პესტიციდებისა და აგროქიმიკატების ნარჩენების კონტროლისათვის ნიმუშების აღების წესების“ დამტკიცების თაობაზე
11. საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე (2015). ტექნიკური რეგლამენტის - „კარტოფილის კიბოს კონტროლის წესის“ დამტკიცების თაობაზე. მოპოვებული საქართველოს მთავრობის დადგენილება №305: <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2887201?publication=0>-დან
12. სოფიო ლოღობერიძე (2019). სადისერტაციო თემა: კარტოფილის კიბოს ქართული პოპულაციის პათოტიპური სტრუქტურის შესწავლა და დაავადების კონტროლის საშუალებების შემუშავება



ელექტრონული ვერსიის სანახავად ეწვიეთ QR code