



საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის
ქართული უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ინფორმატიკის, მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა სკოლა (ფაკულტეტი)

საგანმანათლებლო პროგრამა
ეკოლოგია და გარემოს დაცვა

მაია კუხალიშვილი

საქართველოში ადაპტირებული კარტოფილის
ტუბერებიდან *in vitro* უვირუსო სინჯარის
მცენარეებიდან ელიტური თესლის მიღების
ტექნოლოგიის შემუშავება და მისი
ეკოლოგიურ-ეკონომიკური შეფასება

ეკოლოგიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი ნაშრომის

სადისერტაციო მაცნე

ეკოლოგია 1102

თბილისი

2015 წელი

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს საპარტიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის ინფორმატიკის, მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სკოლის (ფაკულტეტის) მიმართულებაზე.

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

1. თენგიზ ლაღიძე, ეკონომიურ მეცნიერებათა დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი, იფიციალური ოპონენტები:

1. სახელი, გვარი, ხარისხი, წოდება

2. სახელი, გვარი, ხარისხი, წოდება

დისერტაციის დაცვა შედგება 201__ წლის „____“ _____ საათზე, საქართველოს საპარტიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის _____ სკოლის (ფაკულტეტის) სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე.

მისამართი: 0162, თბილისი, ილია ჭავჭავაძის №53, _____ აუდიტორია.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება საქართველოს საპარტიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის სამეცნიერო ბიბლიოთეკაში

სადისერტაციო მაცნე დაიგზავნა 2015__ წლის „____“

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,

ხარისხი

პროფესორი

(სახელი, გვარი)

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა. კარტოფილს მოხმარების თვალსაზრისით მე-2 ადგილი უჭირავს მარცვლოვანი კულტურების შემდეგ. დღესდღეობით საქართველოში არ ხდება კარტოფილის თესლის წარმოება. ჯანმრთელი თესლი პროდუქტის ხარისხის და მოცულობის გარანტიაა. ქვეყანაში აქტუალურია ხარისხიანი ელიტური სათესლე მასალის მიწოდება ფერმერებისათვის, რადგან არ არსებობს ელიტური თესლის მწარმოებელი კომპანიები. დღესდღეობით საქართველოს ბაზარზე ევროპიდან შემოდის ძვირადღირებული, სერთიფიცირებული, კომერციული თესლი, რომელზეც ფერმერების უმრავლესობას ხელი არ მიუწვდებათ, ხოლო ქვეყნის შიგნით არსებული კარტოფილის სარგავი მასალის 80 % ძველი, ვირუსებით დაავადებული თესლია, რომლის მოსავალი 13ა-ზე შეადგენს საშუალოდ 12-15 ტონას. ასეთი მოსავლის მიღება არარენტაბელურია და ვერ ფარავს გაწეულ დანახარჯებს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ნათელი ხდება, რომ კარტოფილის თესლის წარმოების ტექნოლოგიაში აუცილებელია პრინციპული ცვლილებების შეტანა, რაც ბიოტექნოლოგიის მეთოდების განვითარებაში გამოიხატება. ამ მიმართულებით განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ქსოვილური კულტურების გამოყენებას, კერძოდ კი აპიკალური მერისტემის მეთოდის გამოყენებას, რომელიც, საშუალებას იძლევა ვაწარმოთ ჯანსაღი სათესლე მასალა. ეს მეთოდი უზრუნველყოფს სოფლის მეურნეობაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების, მათ შორის კარტოფილის მოსავლიანობის გაზრდას, მაღალი ხარისხის სარგავი მასალა უზრუნველყოფს მაღალ მოსავალს -13ა-ზე -40-70-ტ ჯიშების და მიხედვით.

სადოქტორო ნაშრომის აქტუალობა გამოიხატება იმაში, რომ იგი ითვალისწინებს ქვეყნის შიგნით მაღალხარისხიანი და პროდუქტიული კარტოფილის სათესლე მასალის წარმოების სრული ციკლის წინა პირობის შექმნას, კერძოდ საქართველოში ადაპტირებული, ინტროდუცირებული კარტოფილის

მცენარეებიდან ლაბორატორიის პირობებში, აპიკალური მერისტემის მეთოდის გამოყენებით, ელიტური სათესლე მასალის მიღებას, რომელიც ხრისხითა და თვითღირებულებით კონკურენციას გაუწევს ევროპიდან შემოტანილ სარგავ მასალას, გარდა ამისა:

1. ქვეყანა არ იქნება დამოკიდებული იმპორტზე
2. ქართველ ფერმერებს საშუალება მიეცემათ თავიანთ ნაკვეთებში მიიღონ პირველი თაობის ელიტური თესლი-სუპერ-სუპერ ელიტა, ხოლო შემდეგ ძვირადღირებული სათესლე მასალა ელიტა

კვლევის ძირითადი მიზანი და ამოცანები. კვლევის მიზანია-უცხოეთიდან ინტროდუცირებული, საქართველოს გარემო პირობებისადმი მეტ-ნაკლებად ადაპტირებული კარტოფილის ჯიშების შერჩევა, მათგან *in vivo* სინჯარის მცენარეების მიღება - გაკაჟება და მათი გადარგვა ნახევრად ღია გრუნტში სათბურის გვერდის ავლით, სუპერ-სუპერ ელიტის მისაღებად, რომლის შემდგომი რეპროდუქციით მიღებული იქნება კარტოფილის ელიტური სათესლე მასალა.

აღნიშნული მიზნის შესრულება ითვალისწინებს შემდეგ ამოცანებს:

1. საქართველოს პირობებისადმი ადაპტირებული, უცხოეთიდან ინტროდუცირებული კარტოფილის ჯიშების მოძიება
2. მოძიებული მასალიდან საუკეთესო და შიდა ბაზარზე მოთხოვნილი ჯიშების შერჩევა
3. შერჩეულ მასალაზე ვირუსული ინფექციის შემოწმება (იფა)
4. უვირუსო სადედე მცენარეების მიღება ლაბორატორიულ პირობებში
5. დედა მცენარეებში ვირუსული ინფექციის შემოწმება (იფა)
6. დედა მცენარის რეპროდუქცია (რაოდენობრივი გაზრდა)
7. სინჯარის მცენარეების გაკაჟება (ღეროს და ფესვთა სისტემის გაძლიერება) ლაბორატორიულ პირობებში

8. გაკაჟებულ მცენარეებში ვირუსული ინფექციის შემოწმება
9. გაკაჟებული მცენარეების გადატანა ნახევრად ღია გრუნტში (ფესვთა სისტემის დაზიანების თავიდან აცილების მიზნით მეთოდის შემუშავება)
10. სუპერ-სუპერ ელიტის მიღება ღია გრუნტში
11. სუპერ ელიტასა და შემდგომი რეპროდუქციების თესლის წარმოებაზე დაკვირვება
12. წარმოდგენილი ტექნოლოგიის ეკოლოგიურ ეკონომიური შეფასება
13. მიღებული შედეგების შეჯერება, კარტოფილის თესლის მწარმოებელთათვის მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების შემუშავება-მიწოდება
 ამრიგად, სადოქტორო ნაშრომის ამოცანა მდგომარეობს - საქართველოს პირობებისათვის ადაპტირებული, უვირუსო, მაღალპროდუქტიული სათესლე მასალის წარმოების ციკლის შემუშავება ქართველი ფერმერებისათვის, რომელთაც საშუალება მიეცემათ თავიანთ ნაკვეთებში თვითონ აწარმოონ ელიტური თესლი

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე და ძირითადი შედეგები.ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს შემდეგში:

პირველად ქვეყნის შიგნით მოძიებულ და შერჩეულ იქნა ინტროდუცირებული, საქართველოს პირობებისადმი მეტ-ნაკლებად ადაპტირებული კარტოფილის სამრეწველო ჯიშები, როგორც ფერმერთა ნაკვეთებიდან ასევე თესლის შემომტანი ორგანიზაცია „ აგრიკოს“ საშუალებით. გარდა ამისა, მოხერხდა *in vitro* სინჯარის მცენარეების გაკაჟება (ღეოს და ფესვთა სისტემის გაძლიერება) *in vivo* ლაბორატორიულ პირობებში. აღნიშნულმა ექსპერიმენტმა და მიღებულმა შედეგებმა საშუალება მოგვცა მსოფლიოში გავრცელებული ელიტური თესლის გავრცელების წარმოების ტექნოლოგიაში განგვეხორციელებინა ცვლილება, რაც გამოიხატება ნახევრად ღია გრუნტში გაკაჟებული სინჯარის მცენარეების გადატანით (სათბურის გვერდის ავლით)სუპერ-სუპერ ელიტის მისაღებად.

აღნიშნულმა ტექნოლოგიურმა ცვლილებამ საშუალება მოგვცა უმაღლესი ხარისხის ელიტური სარგავი მასალა 5 წლის ნაცვლად მიღებული ყოფილიყო 4 წელიწადში.

კვლევის თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძვლები.

სადისერტაციო თემის შესრულების მიზნით ჩატარებული კვლევის თეორიულ და მეთოდოლოგიურ საფუძვლებს შეადგენს კარტოფილის ელიტური თესლის მიღების ტექნოლოგია და ქსოვილოვანი კულტურების გამარავლების ბიოტექნოლოგიური მეთოდები.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა. სადოქტორო ნაშრომის ფარგლებში შესრულებული სამუშაო განსაკუთრებულია თავისი პრაქტიკული ღირებულებით. ზემოთ აღნიშნული ტექნოლოგიის საფუძველზე ქართველ ფერმერებს საშუალება მიეცემათ თავიანთ ნაკვეთებში მიიღონ ძვირადღირებული მაღალპროდუქტიული კარტოფილის ელიტური თესლი. ასეთი თესლი ხარისხით და თვითღირებულებით კონკურენციას გაუწევს ევროპიდან შემოტანილ თესლს.

დისერტაციის თემასთა **ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა** სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, ოთხი თავის, დასკვნის და გამოყენებული ლიტერატურის სიისაგან. დისერტაცია შედგება 100 გვერდისაგან, ილუსტრირებულია 13 სურათით, 10 ცხრილით.

სამუშაოს აპრობაცია

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შედეგები მოხსენებული და განხილულ იქნა სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის ახალციხის მუნიციპალიტეტში ფერმერთა ასოციაციის საერთო კრებაზე. 4. 10. 2012საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში გამართულ საქართველო პოლონეთის საერთაშორისო კონფერენციაზე თბილისი 18 07 2014

პუბლიკაციები

სადისერტაციო ნაშრომის თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 9 სამეცნიერო სტატია.

დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული შრომების ჩამონათვალი

1.მ. კუხალიეშვილი „კარტოფილის უვირუსო სათესლე მასალიდან პათოგენური სოკოების მიმართ რეზისტენტული მცენარის შერჩევა“ აქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული N2 (496) 2015

2.მ.კუხალიეშვილი, ნ. მურვანიძე, ე. ბულაური „*in vitro* უვირუსო კარტოფილის თესლის წარმოება“ სამეცნიერო-საინფორმაციო ჟურნალი აგრარული საქართველო N6 (14) 2012

3.G.Dvali, M. Kukhaleishvili, N. Lomtadze, I. Megrelishvili “Effect of chemical preparation on vegetable diseases including microflora during storage” Proc. Georg. Acad. Sei., Biol. Printing 2010

4. M. Kukhaleishvili, I. Megrelishvili, N.Murvanidze, E. Bulauri, T. Chipashvili
“Importance of Virus Free Potato Seeds for Improved Yields”;
მაცნე. ბიოლოგიის სერია B 2010 No. 1-2; Vol. 8

5 M.Kukhaleishvili, K. Nadiradze,N. Murvanidze, E. Bulauri „ Production of Virus free Potato Seed” Potato Science for the Poor - Challenges for the New Millennium A Working Conference to Celebrate the International Year of the Potato, Cuzco, Peru 2008

6. . M.Kukhaleishvili, K. Nadiradze “In vitro and in vivo virus free potato seed production using Elisa Reader” ISB Tunisia, International Symposium on Biotechnology, 2008

7. კ. ნადირაძე, მ.კუხალიძვილი, ი. მეგრელიძვილი, მ. ჩაჩანიძე „უვირუსო კარტოფილის სინჯარის მცენარეების მიღება-გამრავლება“ აგროინფო 2008 №4 (18)

8 მ. კუხალიძვილი, ე. ბულაური, ნ. მურვანიძე, თ. ჭიპაშვილი, ი.მეგრელიძვილი, დ. თავაძე „აპიკალური მერისტემიდან მიღებული უვირუსო სათესლე კარტოფილის თესლის წარმოების შესაძლებლობა საქართველოში“ საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე ტ. 19 თბილისი 2007

9. მ. კუხალიძვილი, ნ. მურვანიძე, ე. ბულაური, თ. ჭიპაშვილი, თ. შამათავა „უვირუსო კარტოფილის სინჯარის მცენარეების მიღება-გამრავლება“ აგროინფო N7 (21) თბილისი 2008

ნაშრომის ძირითადი შინაარსი შესავალი

საქართველოში კარტოფილს მოხმარების თვალსაზრისით წამყვანი ადგილი უჭირავს.

როგორც კვლევები, პრაქტიკა და გამოცდილება გვიჩვენებს საქართველოს მრავალფეროვანი ბუნებრივ-კლიმატური პირობები, კარტოფილის გვალვასთან დიდი შეგუებლობის უნარი და ნაკლებად დაზინძირებული ნიადაგი შესაძლებლობას იძლევა ვაწარმოოთ, როგორც სასურსათო (სადრეო და საგვიანო), ასევე სათესლე და ეკოლოგიურად სუფთა (მაღალმთიან ზონაში) კარტოფილი.

საქსტატის მონაცემებით 2014 წლის მდგომარეობით საქართველოში კარტოფილის კულტურას უკავია მთლიანი სახნავი ფართობის 3-4%-26000 ჰა. ხოლო საშუალო მოსავლიანობა შეადგენს 15-17 ტონას ჰექტარზე, რაც 2-3ჯერ დაბალია ევროპის მოწინავე მოსავლიანობებზე (35-40 ტ/ჰა).ასევე საქსტატის მონაცემებით საქართველოში 2014 წლის წარმოებული კარტოფილის რა-ბა შეადგენს 297 ათას ტონას, თუ გავითვალისწინებთ, რომ სასურსათო კალათის მიხედვით თითოეულ ადამიანზე წლიური კარტოფილისრაოდენობა

(ფიზიოლოგიური სტანდარტების მიხედვით) შეადგენს 55 კგ/წელიწადში, ფაქტიურად ქვეყნის მოსახლეობა თვითუზრუნველყოფილია კარტოფილით.

კარტოფილის იმპორტ-ექსპორტის ანალიზი გვიჩვენებს რომ ქვეყანაში 2013-2014 წლებში იმპორტირებულია 10 ათასი ტონა კარტოფილი ძირითადად სათესლე, ხოლო ექსპორტმა შეადგინა 10-15 ათას ტონა.

კარტოფილის ფასები ქვეყანაში 2013-2014 წლებში მერყეობს 0,7-1,25 ლარი/კგ-ის ფარგლებში. ევროპის ქვეყნებთან შედარებით ფასები დაახლოებით თანაბარია. თუმცა კარტოფილის ასეთი მაღალი ფასი გამოწვეულია დაბალი მოსავლიანობით, მოსავლიანობის გაზრდის შემთხვევაში კარტოფილის ფასი რეალურად შესაძლებელია 2-3-ჯერ შემცირდეს შესაბამისად და გაიზარდოს ექსპორტის რაოდენობა.

საქართველოში სასურსათო კარტოფილს ძირითადად აწარმოებენ მთიანი რეგიონები. კერძოდ, ქვემო ქართლი (დმანისი, წალკა); სამცხე-ჯავახეთი (ახალციხე, ადიგენი, ასპინძა, ახალქალაქი, ნინოწმინდა) და აჭარა (ქედა, ხულო).

საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სტატისტიკური დეპარტამენტის მონაცემებით უკანასკნელ 3-4 წლის მანძილზე საქართველოში აღინიშნება კარტოფილის მოსავლიანობის დაბალი მაჩვენებელი (რეგიონების მიხედვით საშუალოდ 12-15 ტ/ჰა) განპირობებულია უხარისხო სათესლე მასალით. აღნიშნული პრობლემა დამოკიდებულია იმაზე, რომ საქარველოში შემოსული ან ადგილზე არსებული სათესლე მასალა უხარისხოა. ადრე არსებული მეთესლეობის სისტემა დაფუძნებული იყო ძირითადად რუსეთიდან ელიტური სათესლე კარტოფილის შემოტანასა და მის შემდგომ გამრავლებაზე სპეციალიზირებულ სათესლე მეურნეობებში. უნდა აღინიშნოს, რომ იმ პერიოდში ეს სისტემა არ მუშაობდა გამართულად, კერძოდ მაღალი იყო შემოტანილი სათესლე კარტოფილის დაავადებათა ხარისხი, რის გამოც მოსავლის დანაკარგები შეადგენდა 50-60%.

ამჟამად ჩვენს ქვეყანაში არ არსებობს კარტოფილის მეთესლეობის ცენტრი, რომელიც აწარმოებდა მაღალი ხარისხის კარტოფილის თესლს, ანუ ელიტურ სათესლე მასალას, რომელიც თავისუფალი იქნება ვირუსული დაავადებებისაგან. ცნობილია რომ ვირუსული დაავადებები რამდენადმე ამცირებენ კარტოფილის მოსავლიანობას.

სოფლის მეურნეობის განხრით მომუშავე მრავალ საერთაშორისო ჰუმანიტარულ ორგანიზაციას 1996 წლიდან ჰქონდათ მცდელობა საქართველოში დაეწყოთ თესლის წარმოება და ამისათვის მათ შემოჰქონდათ და ახლაც შემოაქვთ მაღალი რეპროდუქციის ელიტური, ასევე “ა” და “ბ” კლასის კარტოფილის თესლი, რომლის მულტიპლიკაციასაც ახდენენ საქართველოში მათ მიერვე ჩამოყალიბებულ თესლის მწარმოებელ კავშირებსა და კოოპერატივებში. ეს რესურსი დიდ გავლენას ვერ ახდენს ქვეყანაში ხარისხიანი კარტოფილის თესლის წარმოებაზე, რადგან: ა) ასეთი თესლის მულტიპლიკაციის ჯერადობა 1 ან 2 თაობაა, რადგანაც ამის შემდეგ იგი სათესლედ აღარ გამოიყენება ვირუსებით დაზინძურების გამო (დაბალი მოსავლიანობა) ბ) შემოტანილი თესლი გენეტიკურად ადაპტირებულია იმ ქვეყანაზე, სადაც მოხდა მისი წარმოება. საქართველოში კი არ ტარდება ასეთ თესლზე სასელექციო მუშაობა. ამიტომ ხშირ შემთხვევაში შემოტანილი თესლი, რომელიც მაღალ მოსავლიანია თავის ქვეყანაში, საქართველოში ნაკლებ მოსავლიანობით გამოირჩევა, გ) კარტოფილის მწარმოებლები საქართველოში ყოველწლიურად საჭიროებენ საზღვარგარეთიდან საწყისი მასალის მიღებას, რასაც თავისი მწირი რესურსების გამო რეგულარულად ვერ ახორციელებენ, ხოლო საერთაშორისო ორგანიზაციების დახმარება, როგორც წესი ერთჯერადია.

ქვეყნის მდგრადი განვითარებისთვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს სტრატეგიული კულტურების სათესლე მასალის ქვეყნის შიგნით წარმოებას.

პირველადი გასამრავლებელი მასალა წარმოების საწყისია და მის ხარისხზეა დამოკიდებული სამრეწველო დანიშნულების თესლის რაოდენობა და ხარისხი. თავისთავად, ჯანმრთელი თესლი, რაც

დღეისთვის სრულ დეფიციტს წარმოადგენს საქართველოში სასურსათე პროდუქციის ხარისხისა და მოცულობის გარანტი.

კარტოფილის ვირუსებისაგან გაჯანსაღების ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მეთოდია აპიკალური მერისტემის მეთოდი. მერისტემული უჯრედების კულტურა ითვალისწინებს აპიკალური (წვერის) მერისტემის იზოლაციას, რომელიც მდებარეობს ვეგეტატიური ორგანოების წვერში და თავისუფალნი არიან ვირუსული ინფექციებისგან. ამ მეთოდის გამოყენებით მიღებულ იქნა კარტოფილის ჯიშები, რომლებიც PVX; PVA; PVY და სხვა ვირუსებისაგან.

ბიოტექნოლოგიის ეს მეთოდი პირველად გამოყენებული იქნა გასული საუკუნის 60-იან წლებში და ამჟამად ფართო გამოყენება აქვს ყველა იმ ქვეყანაში, სადაც კარგად არის განვითარებული მეკარტოფილეობა.

ამ რიგად, უვირუსო კარტოფილის მიღების ტექნოლოგია თანამედროვე ბიოტექნოლოგიის დისციპლინაა, რომელიც უზრუნველყოფს სოფლის მეურნეობაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების, მათ შორის კარტოფილის მოსავლიანობის ზრდას. ასეთ ტექნოლოგიას შეუძლია გაადვილოს და დააჩქაროს ახალი ჯიშების და სახეობების მიღების ტრადიციული პროცესი. ის გვთავაზობს პრინციპულად ახალ გზებს, კერძოდ კი- მუტაგენეზს უჯრედულ დონეზე, უჯრედულ სელექციას, სომატურ ჰიბრიდიზაციას. გარდა ამისა, ქსოვილური ტექნოლოგია ეფექტურია უვირუსო პროდუქტების მიღებისთვის, რომლებიც ხასიათდებიან ვეგეტატიური გამრავლების უნარით

თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

პირველი თავი ეძღვნება ლიტერატურული წყაროების მიმოხილვას, ეკოლოგიური ფაქტორებისა და ადაპტაციის გავლენას მცენარეებზე. ყველა სახეობის მცენარეების ნიშან-თვისებების განვითარების პროგრამა ჩადებულია გენეტიკურ მასალაში. ადაპტაცია შეილება განიხილოს როგორც პროცესი,

რომლის მეშვეობით გენეტიკური მასალა ამდლებს თავის შანსს მისი შენარჩუნებისთვის შემდეგ თაობებში.

ჩვეულებრივად მიკრო მცენარეების ყლორტების დაფესვიანება, მათი შემდგომი ადაპტაცია ნიადაგთან მიმართებაში, გადარგვა სათბურებში ან ღია გრუნტში წარმოადგენს ყველაზე უფრო მძიმე ეტაპს, რაზეც არის დაფუძნებული კლონარული მიკროგამრავლების წარმატება.

რიგი მცენარეების გამრავლება *in vitro* დიდ მასშტაბებში შესაძლებელია მათი გადატანით არასტერილურ გარემოში, ანუ მათი აკლიმატიზაციით, რაც შესაძლებელია შესრულდეს წარმატებით.

მცენარეებისათვის სტრესის გადალახვა *in vivo* პირობებში გართულებულია, ამიტომ აუცილებელია გახანგრძლივდეს მათთვის ტემპერატურის, სინათლის და ატმოსფერული ტენიანობის პერიოდი რაც შესაძლებელია მხოლოდ ლაბორატორიულ პირობებში. თუმცა ხშირ შემთხვევაში აღინიშნება მცენარეების დაღუპვა გადარგვიდან 10-15 დღის შემდეგ. ამიტომ აუცილებელია შეიქმნას ყველა პირობა *in vitro* დაფესვიანების ეტაპზე, რათა გადარგვის მომენტში მცენარეები იყვნენ ძლიერები *in vivo* არასახარბიელო პირობებში. მეთესლეობის ამოცანაა შეინარჩუნოს ჯიშის გენეტიკური პოტენციალის ჩვენება.

სადისერტაციო ნაშრომის პირველ თავში ასევე მოცემულია კარტოფილის როგორც ვირუსების ასევე მიკრობიოლოგიური დაავადებების ამსახველი მასალები, ასევე განხილულია აგროტექნიკური დაცვითი თუ სხვა ღონისძიებები.

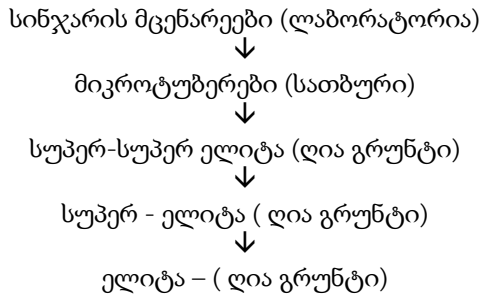
თავი 2. კვლევის მასალა და მეთოდიკა

სადისერტაციო ნაშრომის მეორე თავში წარმოდგენილია კარტოფილის *in vitro* სინჯარის მცენარეებიდან ელიტური სათესლე მასალის მიღების ბიოტექნოლოგიური მეთოდი. კარტოფილის ბიოტექნოლოგიური მეთოდი (აპიკალური მერისტემის მეთოდი) მსოფლიოში გამოიყენება გასული საუკუნის

50-იანი წლებიდან. მას მეორენაირად მცენარეთა გამრავლება ეწოდება და იგი გულისხმობს მცენარეთა მიკროკლონურ გამრავლებას. ამასთან დაკავშირებით უამრავი მასალა არის ასახული ბუტენკოს, არტამანოვის, ალენკოვის, დანილოვის, რეიფმანის და სხვათა შრომებში.

სადოქტორო ნაშრომის მერე თავში ასევე წარმოდგენილია *in vitro* უვირუსო მცენარეების გასაზრდელად საკვები არეების რეცეპტი რომელიც შემუშავებულია მურაშიგე- სკუგეს მიერ და მიღებულია მთელ მსოფლიოში. წარმოდგენილი არის სტერილიზაციის ტიპები, მცენარეების დანაწევრების ტექნიკა და მათი გაზრდისთვის საჭირო პირობები, მცენარეების რეპროდუქციის მექანიზმი გამრავლების მიზნით.

სქემა შეგვიძლია გამოვსახოთ შემდეგი სახით:

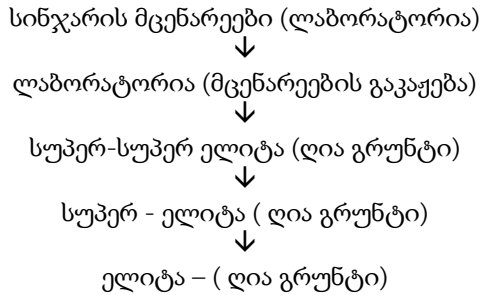


A, B, C კლასები (შესაბამისად შემდეგი წლების რეპროდუქციით, ღია გრუნტი)

თავი 3.ექსპერიმენტული ნაწილი

ამ თავში მოცემულია სადისერტაციო ნაშრომისათვის ჩატარებული ექსპერიმენტული ნაწილი, წარმოდგენილია ადაპირებული კარტოფილის ჯიშების შერჩევა, მათგან *in vitro* სინჯარის მცენარეების მიღება - გაკაჟება და მათი გადარვა ნახევრად ღია გრუნტში სათბურის გვერდის ავლით, სუპერ - სუპერ ელიტის მისაღებად, რომლის შემდგომი რეპროდუქციით მიღებული იქნა კარტოფილის ელიტური სათესლე მასალა.

ჩვენს მიერ შემუშავებული ტექნოლოგია წარმოდგენილია შემდეგი სქემით:



სადოქტორო ნაშრომში ჩატარებული კვლევა განსხვავდება მსოფლიოში დანერგილი აპიკალური მერისტემის მეთოდით მიღებული ელიტური სათესლე მასალისაგან. ჩვენს მიერ შემუშავებულია ღია გრუნტში მცენარეების გადატანის ახალი მეთოდი, რომელიც გულისხმობს ლაბორატორიაში მიღებული *in vitro* სინჯარის მცენარეების გაკაჟებას სპეციალურ პირობებში. მცენარეები ასეთ პირობებში 5-6 დღის განმავლობაში რჩებოდნენ განათებულ მზიან ოთახში, მათ ქონდათ მეტ- ნაკლებად ღია გრუნტის პირობები, რაც საშუალებას იძლეოდა შეგუებოდნენ მათთვის განსხვავებულ გარემო პირობებს (სინჯარის გარემო). ამ დროის განმავლობაში მცენარეებს უვითარდებოდათ განვითარებული ფესვთა სისტემა და ღერო კარგად განვითარებული ფოთლებით. ესეთი მცენარეები გადადიოდა ნახევრად ღია გრუნტში რადგანაც გადაფარებული ჰქონდათ სპეციალური ბადე 8 დღის მანძილზე შემდეგ კი ისინი აგრძელებდნენ ზრდას ჩვეულებრივ ღია გრუნტის პირობებში(წალკის და ახალციხის სოფლები).

თავი4. კვლევის შედეგები

ამ თავში წარმოდგენილია კვლევის შედეგები მოცემულია ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება, ეკონომიური და ეკოლოგიური შეფასება. აღნიშნულია, რომ კარტოფილის გაკაჟებული სინჯარის მცენარეებიდან მიღებული იქნა ელიტური სათესლე მასალის საკმაოდ მაღალი მოსავალი რაც 3-4 ჯერ

აღმატება ადგილობრივი წარმოების მაჩვენებლებს. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგიით წარმოებული კარტოფილის თესლის ერთი კილოგრამი სუპერ ელიტის თვითღირებულება იქნება 1,27 ლარი, კომერციული ღირებულება კი 2 ლარი, ხოლო ერთი კგ ელიტის თვით ღირებულება იქნება 0,46 ლ, კომერციული ღირებულება კი 1,2 ლ. ანალოგიური კლასის ჰოლანდიიდან იმპორტირებული თესლის ღირებულება შეადგენს 2,6 ლ-ს. აქედან გამომდინარე ჩვენი ტექნოლოგიის დანერგვა ყოველ 1 ტ სამრეწველო თესლზე გვაძლევს 1400 ლ ეკონომიას, 1 ჰა-ზე სათესლე კარტოფილის თესვის ნორმა არის 3 ტ, შესაბამისად ეკონომია იქნება 4200 ლარი.

აღნიშნული მეთოდით მიღებული სუპერ - სუპერ ელიტა წარმოადგენს რამდენადმე სუფთა პროდუქტს ვიდრე სათბურის გამოყენებით მიღებული სუპერ-სუპერ ელიტის თესლი, სათბურში მცენარეები მიკროტუბერების გამოსვლამდე იმყოფებიან 2-3 თვე და ამ ხნის მანძილზე ხდება მათი დამუშავება სხვადასხვა პრეპარატებით. სადოქტორო ნაშრომში წარმოდგენილი ტექნოლოგიით სინჯარის მცენარეები ლაბორატორიაში არ საჭიროებენ არანაირ დამუშავებას ქიმიური პრეპარატებით, ამრიგად ისინი სრულიად სუფთა სახით გადაიდან ღია გრუნტში.

მეოთხე თავში ასევე წარმოდგენილია სადოქტორო ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება, რაც მდგომარეობს შემდეგში, აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენებით ქართველ ფერმერებს საშუალება მიეცემათ თავიანთ ნაკვეთებში მიიღონ ძვირადღირებული მაღალპროდუქტიული კარტოფილის ელიტური თესლი. ასეთი სათესლე ხარისხით და თვითღირებულებით კონკურენციას გაუწევს ევროპიდან შემოტანილ თესლს.

დასკვნები

სადისერტაციო ნაშრომში მიღწეულია თემით განსაზღვრული მიზნები, საქართველოს პირობებში შესრულდა მსოფლიოში აღიარებული ელიტური თესლის მიღების სრული ციკლის მოდიფიკაცია; კერძოდ

- სრული ციკლი: ლაბორატორია-სათბური-ღია გრუნტი შეიცვალა ლაბორატორია- (ფიტოტრონი)-ლაბორატორია (მცენარეთა გაკაჟება)-ღია გრუნტი.
- შემუშავებული ტექნოლოგიით ქართველმა ფერმერებმა მიიღეს ადგილობრივი წარმოების ელიტური თესლი.
- მოდიფიცირებული იქნა სინჯარის მცენარეების მისაღებად გაუმჯობესებული რეგულირებული გარემო ფიტოტრონში, კერძოდ კი მოხდა ტემპერატურის ცვლილება, რის შედეგადაც დედა მცენარეები 30-40 დღის ნაცვლად მიღებულ იქნა 22-24 დღეში.
- შემუშავებულ იქნა ლაბორატორიაში მიღებული *in vitro* სინჯარის მცენარეების გაკაჟების ახალი მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა სათბურის გარეშე მცენარეების გატანას ღია გრუნტში.
- შემუშავებულ იქნა ღია გრუნტში, ლაბორატორიაში სპეციალურ პირობებში, მცენარეების ჩათესვის ახალი მეთოდი.
- პირველად საქართველოში წარმოებული იქნა ლაბორატორიაში მიღებული გაკაჟებული სინჯარის მცენარეებიდან კარტოფილის სუპერ-სუპერ ელიტური თესლი
- შემუშავებული ტექნოლოგიით მიღებული კარტოფილის ელიტური თესლი ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტს წარმოადგენს და ამავდროულად ეკონომიურად მომგებიანია შემოტანილ თესლთან შედარებით.

ST. Andrew the First-Called Georgian university of the
patriarchate of Georgia

The right of manuscript

Mathematics ,Information and Natural Sciences

School (Faculty)

Educational program

Ecology and protect of environment protection

Maia Kukhaleishvili

Elite seeds production technology from virus free
tube plant from potato tubes adapted in Georgia and
its environmental-economic assessment

Presented work of having academic degree of ecology DR

Thesis reference book

Ecology 1102

Tbilisi

2015 year

Dissertation work is done on the St. Andrew the First Called Georgian University of Mathematics, Information and Natural Sciences (Faculty) direction.

Research director: Tengiz Laghidze, Economic Sciences DR, Associate Professor

Official oponents:

1. Name, surname, degree, title
2. Name, surname, degree, title

Defence of Thesis will be hold at -----o'clock, in 201- year, at the meeting of thesis board school (faculty) of St. Andrew the First-Called Georgian university of the patriarchate of Georgia

Address: 0162, Tbilisi, Ilia Chavchavadze №53^o, _____ lecture-room.

You can see the Thesis in the scientific library of St. Andrew the First-Called Georgian university of the patriarchate of Georgia.

Thesis reference book was sent in 2015 year „_____“

Thesis advisor

Degree

Proffessor

(name, surname)

Thesis general review

Subject urgency : Potato is in the second place after cereals as a point of view of consumption. Nowadays Georgia has no potato seed production. Healthy seed is the guarantee of product quality. To supply farmers with elite quality seed is one of the main subject in the country as there are no production companies of elite seed. Nowadays expensive, certified, commercial seeds are imported on the market of Georgia, but the majority of farmers do not have access on them, on the other hand, virus infects 80 % of potato planting material located inside the country and its harvest on 1 hectare is average 12-15 tons. Such crops cannot cover the costs.

Mentioned above it is clear that alternations are necessary in the potato seed production technology and it is reflected in the development of biotechnological methods. In this direction the usage of tissue cultures takes a special place, which enable us to produce healthy seed. This method will ensure the increase agriculture crops, including potato yield and the high quality planting material will give us high yield about 40-70 tons per hectare according to the varieties.

PhD thesis urgency is reflected in the fact that it provides the creation of high quality and productive potato seed production cycle to the previous conditions inside the country, particularly getting elite seed with the help of usage of apical meristem method, introduced from potato plants to the laboratory conditions and such seed will compete with planting material imported from Europe. Besides these:

1. The country will not be dependent on imports
2. The Georgian farmers will be enable get the first generation elite seed super-super elite in their own plots and afterwards luxury seed elite.

The research main purpose and objectives: The research goal was the selection of potato species introduced from abroad and are more or less adapted for environmental conditions in Georgia, acceptance-strengthen *in vitro* tube plants from the and their translocation in semi-open-field

without greenhouse in order to get super-super elite followed by reproducing we can get potato elite seed.

The following tasks are necessary to be performed for this purpose:

1. Finding Potato species introduced from abroad and adapted for environmental conditions in Georgia
2. Selection the best varieties from the retrieved material that are required on the local market
3. Viral infection verification on the selected material (Immune enzyme analysis)
4. Getting virus-free mother plants under laboratory conditions
5. Mother plants viral infection status
6. Mother plants reproduction (Quantitative Increase)
7. Tube plants strengthen (stem and root system strengthening) under laboratory conditions
8. Viral infection verification in strengthened plants
9. Strengthened plants remove to the semi-open field (to develop a method in order to avoid a damage of root system)
10. Getting super-super elite in open field
11. Observation of super elite and the seed production of further reproductions
12. Environmental-economic assessment of the represented technology
13. Summarize of the result and give potato seed producers science-based references

Thus, the task of PHD thesis is: developing virus free, highly productive planting material production cycle, adapted for environmental conditions in Georgia, for Georgian farmers, who will be able to produce elite seeds in their own plots by themselves.

Scientific novelty and the main results. Scientific novelty consists in the following:

At first, potato industrial varieties, those are more or less adapted for environmental conditions in Georgia, were selected as from farmers plots, also with the help of "Agrico", the seed provider organization.

Furthermore, *in vitro* tube plants were strengthened (Stem and root system strengthening) *in vitro* laboratory conditions. The experiment and results enabled us to implement changes in producing elite seed technology highly spread all over the World and it is reflected in translocation of strengthened tube plants in semi-open-field without greenhouse in order to get super-super elite.

The changes in technology allowed us to obtain a higher quality of elite planting material of 5 years instead of 4 years.

The theoretical and methodological principles

Technology of getting Potato elite seed and tissue culture propagation of biotechnological methods are theoretical and methodological principles of conducted research in order to fulfill the Thesis.

Thesis practical importance: PHD thesis within the framework of the work done is distinguished by its practical value. Based on the above technology Georgian farmers will be unable to get luxury highly productive potato elite seed in their own plots. Such seed with the quality and price, will compete with imported seeds from Europe

Structure and capacity: Thesis consists of: introduction, four chapters, conclusion, references list and a ten annexes. Thesis consists of 114 pages, illustrated with 10 pictures, 9 tables

Work approbation

The main results of the thesis were presented and discussed at the farmers association general meeting in the region of Akhaltsikhe municipality 4. 10. 2012.

At the international conference of Georgia-Poland held in Technical University of Georgia , Tbilisi 18 07 2014

Publications:

9 articles are published around thesis topic.

List of publications of the dissertation topic :

1. M. Kukhaleishvili “Virus free seed potato to pathogenic fungi resistant plant selection”, Georgian Technical University, Scientific Works N2 (496) 2015

2. M. Kukhaleishvili, N.Murvanidze, E.Bulauri „in vitro virus-free potato seed production” Georgia Agricultural Research Newsletter N6 (14) 2012

3.G.Dvali, M. Kukhaleishvili, N. Lomtadze, I. Megrelishvili “Effect of chemical preparation on vegetable diseases including microflora during storage” Proc. Georg. Acad. Sei., Biol. Printing 2010

4. M. Kukhaleishvili, I. Megrelishvili, N.Murvanidze, E. Bulauri, T. Chipashvili

“Importance of Virus Free Potato Seeds for Improved Yields”;

მაგნე. ბიოლოგიის სერია B 2010 No. 1-2; Vol. 8

5 M.Kukhaleishvili, K. Nadiradze,N. Murvanidze, E. Bulauri „ Production of Virus free Potato Seed” Potato Science for the Poor - Challenges for the New Millennium A Working Conference to Celebrate the International Year of the Potato, Cuzco, Peru 2008

6. . M.Kukhaleishvili, K. Nadiradze “In vitro and in vivo virus free potato seed production using Elisa Reader” ISB Tunisia,International Symposium on Biotechnology, 2008

7. K. Nadiradze, M. Kukhaleishvili, I.Megrelishvili, M.Chachanidze, „Virus free potato tube plants adopt-multiplication” Agroinfo 2008 №4 (18)

8. M.Kukhaleishvili, E.Bulauri, N.Murvanidze, T.Chipashvili, I.Megrelishvili, D.Tavadze "Apical meristemi virus-free seed potato production from the possibility of Georgia" Matsne of the Academy of Agricultural Sciences TEL: 19 Tbilisi 2007

9. M.Kukhaleishvili, N.Murvanidze, E.Bulauri, T. Chipashvili, T.Shamatava „Virus free potato tube plants adopt-multiplication Agroinfo N7 (21) Tbilisi 2008

The basic contents

Introduction

According to the terms of use, potato is in the first place in Georgia. As the researches, practice, and experience shows us, that diverse natural and climatic conditions of Georgia, also potato aptitude for drought and less polluted soil enable us to produce as grocery (early and late), also seeding and environmentally friendly potato (in mountainous areas).

According to the data of 2014 in Georgia's total arable land, potato culture in the 3-4 % - 26000 ha. The average yield of 15-17 tonnes per hectare, which is 2-3 times lower than the European leading productivity (35-40 t / ha). According to the data as well as in Georgia in 2014 the quantity of produced potato was 297 tons. If we take into consideration that 55 kg potato is on per person in a year, (according to physiological standards), the country population can provide themselves with potatoes.

Potato import-export analysis shows that the country imported 10 thousand tons of potatoes in 2013-2014 mainly for seed, while exports amounted to 10-15 thousand tons.

Potato prices in the country in the years 2013-2014 ranges from 0,7-1,25 GEL / kg. Prices are equal with comparison of European countries.

However, such a high price is due to the low yield of potatoes. If the yield will be high, the potato price will decrease 2-3 times and the export quantity will be increased as well.

Food potatoes are mainly produced by mountainous regions in Georgia. Particularly: Samtskhe-Javakheti (Akhalsikhe, Adigeni, Aspindza, Akhalkalaki, Ninotsminda) and Adjara (Keda, Khulo).

According to the Department of Statistics of the Ministry of Agriculture over the last 3-4 years Georgia has the low rate (by region on average 12-15 t / ha) of potato productivity due to the poor quality of seeds. The problem depends on the fact that the local or imported seeds are of low quality. Pre-existing seed-growing system was based mainly on elite seed potato imported from Russia and afterwards its reproduction in specialized seed-growing farms. It should be noted; that this system was not working properly by that time, in particular, the quality of imported seed potato diseases was high and therefore the crop losses were 50-60%. Nowadays we do not have a potato seed-growing center, which would produce the high quality potato seed, in other words elite seed, and it would be free from viral diseases. It is known that viral diseases reduce potato yields.

Many international humanitarian organizations working in rural field since 1996 have tried to start seed production in Georgia and to do this, they have brought and continue bringing of high reproduction of the elite, as well as "A" and "B" of potato seed. Their reproduction in Georgia are held in cooperatives and seed-producing unions formed by themselves. This resource has not a big influence on the quality potato production in the country, because: a) such seed multiplication sequence is 1 or 2 generation, because after that it is no longer used as seed because of virus pollution (low yield); b) imported seed is genetically adapted to the country where it was produced. Georgia is not conducted such a seed breeding work. Therefore, in most cases imported seed, which is highly productive in the country, less productivity stands out in Georgia; c) Each year potato producers in Georgia need getting initial material imported

from abroad, but they cannot do this regularly due to the lack of resources and the international aid is unitary as a rule.

Production of seed material inside the country has the crucial significance for the country's sustainability.

Mother plant material is the initial production and the quality and quantity of industrial seeds are dependent on it. Healthy seed (nowadays lack of deficiency) is the guarantee of quality of food products and its volume.

One of the known method of potato virus sanitation is apical meristem method.

Meristem cell culture provides apical (Beard) meristem isolation, which is located on the top of the vegetative organs and are free from viral infections.

This method was adopted in potato varieties, which are free from PVX; PVA; PVY and other viruses.

This biotechnology method was first used in the last century 60s and nowadays it is extensively used in all the countries where the potato is very well developed.

Getting virus free potato technology is the modern method of biotechnology, which provides the growth of agriculture crops including potato harvest.

Such technology can facilitate and accelerate the traditional process of getting new varieties. It offers a fundamentally new ways, particularly the mutagenesis at the cellular level, cellular selection, and somatic hybridization Furthermore, tissue technology is effective of getting virus-free products that have the ability of vegetative reproduction.

Chapter 1. Literature review and selection methods

The first chapter is devoted to a review of the literature, and environmental factors influence the adaptation of plants. The development program of features of all the plants is in its genetic material. Adaptation may be discussed as a process through which

genetic material can enhance their chances of maintaining the generations.

Usually micro plants sprout rooting, their afterwards adaptation to the soil, replanting in greenhouses or in open ground is the most difficult stage, on which is based the clonal micro reproduction success. A number of plants reproduction *in vitro* can be hold by their transferring to the non-sterile environment or their acclimatization, which can be implemented successfully.

To overcome the stress for plants *in vivo* conditions are complicated, so it is necessary to extend temperature, light and atmospheric humidity period for them that is possible only in laboratory conditions. However, in many cases, plants are dead from 10-15 days after planting. Therefore, it is necessary to create all conditions *in vitro* rooting stage, in order the plants would be strong during replanting *in vivo* unfavorable conditions. Seed-growing task is to preserve the genetic potential of a variety.

In the second chapter there are described reflective materials viral and microbiological desiases of potato. about the potato as a virus and as a microbiological reflected material. There is also discussed the agritechnical measures

Chapter 2. Materials and methods

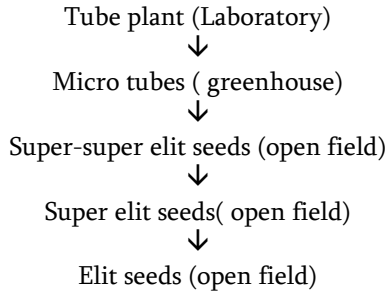
In the second chapter of thesis is presented biotechnological method of getting elit seed from *in vitro* tube plant, Potato biotechnological method (apical meristem method) is used since last century 50-ies. Its second name is *in vitro* plant multiplication and it means microclonal plant breeding.

Butenko, Artamanov, Alenkov, Danilov, Reipman and many others wrote about this subject in their work.

In the second chapter of thesis is also presented the nutrition recipe of growth of *in vitro* virus free plants, which is developed by Murashige-Skoog and is popular all over the world.

There are demonstrated types of sterilization, plants cutting technology and necessary conditions for their growth, plants reproduction mechanism for their multiplication.

Scheme is presented follows

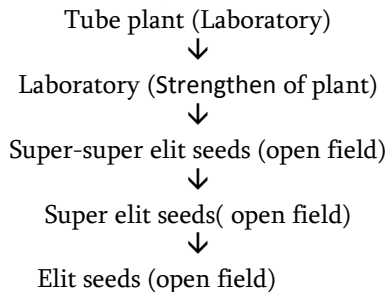


A, B,C class (Accordingly reproduction of next years, open field)

Chapter 3. Experiment part

In this chapter there is shown the experiment part held for the thesis, there is also represented the selection of adapted potato varieties, acceptance-strengthen in vitro tube plants from them and their translocation to semi-open field without greenhouse in order to get super-super elite followed by reproducing we can get potato elite seed.

Technology which is developed by us is presented follows scheme



This research is different from the elite seed material getting from the apical method known through the world. The new method of plants translocation

to semi-open field is developed by me, which means the strengthen of in vitro tube plants getting in laboratory in special conditions. Under these conditions the plants were 5-6 days, it was sunny in the room, they had more or less open ground conditions, which allowed them to get used to a different environment conditions (without tube). During this time root system was developed as well as the stem with developed leaves. These plants were transferred to a semi-open-field as they were covered by a net during 8 days and then they continued growing in the open ground conditions (Tsalka and Akhaltsikhe villages).

Chapter 4 . Results

This section contains the results of the research work with its practical value, economical and ecological assessment. It is noted that

We got fairly high crop of elite seed material from potato strengthen tube plants and It is 3-4 times more than the local industry indicators are. it is 3-4 times higher than the local production rate is quite high.

The prime cost of per super elite potato produced by our technology will be 1.27 GEL, , the commercial value - 2 GEL, while a cost per elite will be 0,46 l, the commercial value - 1.2 l. The value of similar class of seeds imported from Holland is 2,6 GEL.

If we use our technology every 1 ton of industrial seed will save 1400 GEL, sowing norm per hectare is 3 tons, and the savings will be 4200 GEL.

Super super elite getting from the method mentioend above represents clear procuts then the super super elite seed getting from the usage of greenhouse. Plants are in the greenhouse about 2-3 months until the formation of micro tubes and they are treated by various drugs during this time.

Tube plants in the laboratory, developed by the technology represented in thesis, do not need special chemical products, So they remove completely pure to the open field.

The fourth chapter of the doctoral thesis as well as practical value, which is the following; this technology allows the farmers to receive expensive high-yielding elite potato seeds on their plots. Such seed with its quality and cost will compete with imported seeds from Europe.

Conclusions

Thesis on the theme of the objectives have been achieved. Acceptance of elite seed full cycle modification known all over the world was done in the conditions of Georgia. Particularly the full cycle: laboratory-greenhouse-open field was replaced by laboratory(phytotrone)-laboratory(plants strengthen))-open field.

Georgian farmers received the local production elite seed by this technology.

- Regulated environment in phytotron was modified to get better tube plants, in particular, the temperature changes were done and as a result we got mother plants in 22-24 days instead of , plants 30-40 ones.
- Strengthen of in vitro tube plants, accepted in laboratory, method was developed, which enable us to remove plants to open field without greenhouse.
- The new method of plants seeding was developed in open field, in special conditions in laboratory
- It was the first time in Georgia when super super elite seed was produced from strengthen tube plants getting in laboratory
- Potato elite seed getting from the technology mentioned above is environmentally friendly and at the same time it is economically profitable compared with imported seed.

