საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

დინარა დევაძე

მაყვლის ბიომრავალფეროვნება, ქიმიური შედგენილობა და გადამუშავება

დოქტორის აკადემიური ხარისხის

მოსაპოვებლად წარდგენილი დისერტაციის

სადოქტორო პროგრამა - ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერია,

შიფრი -0410

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2017წელი

სამუშაო შესრულებულია: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტში ;
ბათუმის შპს ,,GeoMax International''- ის ბიოტექნოლოგიის ლაბორატორიაში;
ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დასავლეთ საქართველოს რეგიონულ - ქრომატოგრაფიულ ცენტრში.

ხელმძღვანელი: სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი
პროფესორი თამარ კაჭარავა

რეცენზენტები: ----------

დაცვა შედგება 2017 წლის "------" ----------, --------- საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი ----------, აუდიტორია ----------
მისამართი:
0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს
ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატისა -
ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი ----------

შესავალი

თემის აქტუალობა: გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის პროგნოზით, მოსალოდნელია მსოფლიოს მოსახლეობის მკვეთრი ზრდა, ამასთანავე, მსოფლიოში მიმდინარე პროცესები, კლიმატის გლობალურ ცვლილებებთან ერთად, დამატებით გამოწვევებს ქმნის მოსახლეობის ადეკვატური რაოდენობისა და ხარისხიანი სურსათით უზრუნველყოფის თვალსაზრისით. ცხადია, საქართველო, როგორც გლობალური ეკონომიკის ნაწილი, არსებული პროცესების მიღმა ვერ დარჩება. ამიტომაც საქართველოში აგრარული საქმიანობის ერთ-ერთი ძირითადი და აქტუალური მიმართულება კენკროვანი კულტურების გაშენება და მათი ნაყოფის წარმოების ინდუსტრიის განვითარებაა.

საქართველოში კენკროვანი კულტურები, მათ შორის ენდემებიც, უძველესი დროიდან ძირითადად ველურ ფორმებში გვხვდებოდა, ნაყოფების შეგროვებისა და გამოყენების მდიდარი ტრადიციაც არსებობს. თუმცა ამჯერად უპირატესობა ეძლევა კულტურულ ჯიშებს, რომელთა გაშენებაც და მოვლა-მოყვანაც თანამედროვე ტექნოლოგიების პირობებში უფრო მოსახერხებელი და ხელსაყრელია, ნაყოფზეც დიდი მოთხოვნაა არა მხოლოდ საშინაო, არამედ მსოფლიო ბაზარზე. აუცილებელი ხდება სანერგე მასალის წარმოების ტექნოლოგიების დახვეწა, საინტერესოა ამ ტექნოლოგიებით გამრავლებული მცენარეებიდან მიღებული პროდუქტის ხარისხობრივი მაჩვენებლები, რამაც თავის მხრივ განსაზღვრა ჩვენი კვლევის მიმართულება.

მცენარეთა კლონალური მიკროგამრავლება in vitro კულტურაში, ანუ მცენარეთა გამრავლება ქსოვილური კულტურის მეთოდით არის თანამედროვე ტექნოლოგია, რომელსაც სანერგე მასალის წარმოების ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით მთელი რიგი უპირატესობები გააჩნია. ახალი ტექნოლოგია გამოყენებული იქნება კენკროვანი კულტურების, მათ შორის რემონტანტური მაყვლის, ნერგების მასიური წარმოებისათვის. მცენარეთა მიკროკლონური გამრავლების პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ აღნიშნული ტექნოლოგია

უზრუნველყოფს ვირუსებისგან გასუფთავებული სარგავი მასალის წარმოებას გამრავლების მაღალი კოეფიციენტით. ცნობილია, რომ ვირუსებით დაავადებული მცენარეები, მათ შორის კენკროვანი კულტურებიც, დაბალი, უხარისხო მოსავლით ხასიათდებიან.

კენკროვანი მცენარეების ბიოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით ფერმერულ მეურნეობებში მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების საფუძველზე აუცილებელია განვითარდეს ქვეყნისათვის ტრადიციული პრიორიტეტი:

* კენკროვანი მცენარეების ეკოლოგიურად სუფთა, სტანდარტული ნედლეულისა და პროდუქციის მოყვანა-წარმოება-გადამუშავება-გამოყენების ტექნოლოგიები დიაგნოსტიკის მაღალნაყოფიერ მოდელში: ნიადაგი-გარემო-მცენარე-სასუქი-მოსავალი-ნედლეული-პროდუქცია

სხვადასხვა ეკოსისტემის პირობებში ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შემცველობის გათვალისწინებით, რადგან მცენარეული პროდუქტის სასაქონლო ღირებულებას მათი ხარისხობრივი ტესტები განსაზღვრავს;

* სამრეწველო პლანტაციების შექმნა, მათ შორის in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მცენარეებით, ხელს შეუწყობს ქვეყნის ფიტოგენოფონდის შენარჩუნებას;

* ნედლეულის, მათ შორის in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მცენარეების, გადამუშავება-შენახვის რეჟიმების (შრობა, გაყინვა) შერჩევა ხარისხობრივი მაჩვენებლების შენარჩუნებით;

მცენარეული პროდუქციის გამოყენების ეფექტურობას, პირველ რიგში, განსაზღვრავს მათი მაღალი ბიოლოგიური აქტიობა და ნაკლებ ტოქსიკურობა, რაც საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნან ისინი სხვადასხვა ქრონიკული თუ მწვავე დაავადებების დროს პროფილაქტიკის მიზნით. ეს მნიშვნელოვანია, რადგან ონთოგენეზის პერიოდში მეტაბოლიტური პროცესების მიმდინარეობისას წარმოიქმნება თვით მცენარის მიერ მკაცრად ლიმიტირებული რაოდენობითა და თანმიმდევრობით ისეთი მნიშვნელოვანი და ძვირფასი ნაერთები,

როგორიცაა: ცილები, ნახშირწყლები, ფენოლები, ფლავონოიდები, ანტოციანები, ცხიმები, ეთერზეთები, ალკალოიდები, გლიკოზიდები, მთრიმლავი ნივთიერებები, ვიტამინები, ანუ როგორც მათ უწოდებენ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი, რომელთა მოქმედება რბილი და ხანგრძლივია ადამიანთა ორგანიზმზე, მაგრამ შედეგიც სტაბილურია. მათი მოხვედრა ორგანიზმში იწვევს ამა თუ იმ დადებით ფიზიოლოგიურ ეფექტს, ამიტომაც უსათუოდ ეს გახლავთ ერთ-ერთი მიზეზი იმისა, რომ ამჟამად უპირატესობა ენიჭება მცენარეული წარმოშობის სამკურნალო პრეპარატებს, პარფიუმერულ თუ საკვებ დანამატებს, პროცესი სულ უფრო შეუქცევადი ხდება. ერთ-ერთი ასეთი დანიშნულების ფართო მოხმარების კენკროვანი მცენარეა მაყვალი ვარდისებრთა Rubus ოჯახიდან, მისი ველური ფორმები, კულტივირებული და in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული ჯიშების ბიომრავალფეროვნება განსხვავებული ეკოსისტემის პირობებში.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანი - საქართველოს რამდენიმე რეგიონში განსხვავებული ეკოსისტემით მაყვლის ველური ფორმების, კულტურული ჯიშების და in vitro ტექნოლოგიის გამოყენებით მიღებული ნერგების ბანკის განახლება, პროდუქციის ხარისხობრივი და სასაქონლო ღირებულების დიფერენცირება, რათა შემდგომ ეტაპზე მოხდეს სხვადასხვა მოთხოვნადი ასორტიმენტის პროდუქტის წარმოება, რაც კვლევის შედეგების სიცოცხლისუნარიანობის საფუძველია.

დასახული მიზნის შესასრულებლად განისაზღვრა შემდეგი ამოცანები:

* მაყვლის ველური ფორმების, კულტურული ჯიშების და in vitro ტექნოლოგიის გამოყენებით გამრავლებული მცენარეების ბიომორფოლოგიური, ხარისხობრივი და სამეურნეო თვისებების დიფერენცირება, მაყვლის ველური ფორმებისა და კულტურული ჯიშების ნერგების ბანკის განახლება;

* პერსპექტიული სახეობების გამორჩევა, ჩატარებული კვლევების საფუძველზე ნიმუშების ხარისხობრივი ღირებულებების დადგენა - ფოთლებსა და ნაყოფებში (მშრალი და გაყინული) პექტინოვანი ნაერთების, ვიტამინების, ფენოლური და ფლავონოიდური ნაერთების, ანტოციანების, ანტიოქსიდანტების აქტივობის განსაზღვრა;

* პირდაპირი ეკონომიკური ღირებულებების მქონე მცენარეების და არეალის გამორჩევა, მათ შორის in vitro მეთოდით გამრავლებული მცენარეების;

* რემონტანტური მაყვლის მცენარეთა მდგრადი გამოყენების ეფექტური ტექნოლოგიები - პროდუქციის შრობის და გაყინვის რეჟიმების ოპტიმიზაცია, რაც განაპირობებს კვლევის სიცოცხლისუნარიანობას.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე – მცენარეთა in vitro გამრავლება ეკოსისტემის პარამეტრების გათვალისწინებით, მოქნილი მენეჯმენტით და გარემოს დაცვითი ბალანსით შექმნის ვირუსებისაგან სუფთა, სასარგებლო მცენარის რემონტანტური მაყვლის ნერგებისა და პროდუქტის მიღების პრეცედენტს, მით უმეტეს, ქართულ ფიტოფარმაციას, ფიტოკულინარიას და ფიტოკოსმეტიკას მრავალსაუკუნოვანი, სახელოვანი ტრადიციები აქვს, დღეისთვის კი პრიორიტეტული დარგი ხდება, ამასთანავე ხელი შეეწყობა ქვეყნის უნიკალური ბიომრავალფეროვნების დაცვას, რადგან მაყვალზე მოთხოვნა დღითი-დღე იზრდება, ნადგურდება გენეტიკური რესურსი, პროცესი კი შეუქცევადია;

* in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მცენარეებიდან მიღებული პროდუქტი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით არ ჩამოუვარდება ველური და ჩვეულებრივი ტექნოლოგიით კულტივირებული მცენარეებიდან მიღებული პროდუქტის ხარისხობრივ მაჩვენებლებს, თუმცა მათზე გავლენას ახდენს ეკოსისტემის პარამეტრები;

* დამუშავდა ნედლეულის გადამუშავება-შენახვის (შრობა, გაყინვა) რეჟიმები ხარისხობრივი ტესტების შენარჩუნების მიზნით;

* In vitro ტექნოლოგიით მოკლე ვადაში მიიღება უეკლო მაყვლის სარგავი მასალის შთამბეჭდავი რაოდენობა. ამავე დროს მცენარე იქნება ვირუსისგან გასუფთავებული, რაც გარანტია მაღალი და ხარისხიანი მოსავლის მისაღებად, ამასთანავე მცენარის გამრავლება შეიძლება ვაწარმოოთ მთელი წლის მანძილზე;

* რეპროდუქციის (გამრავლება) დროს ხდება მცენარეების გაჯანსაღება. რაც ამაღლებს პროდუქციის, როგორც ხარისხს, ისე მოსავლიანობას.

პრაქტიკული ღირებულება – ძლიერი ანტიოქსიდანტური მოქმედებით ხასიათდება მცენარეული წარმოშობის ბუნებრივი პიგმენტები – ფენოლური ნაერთები, რომელთა გამომუშავება ადამიანის ორგანიზმს არ შეუძლია, ამიტომ აუცილებელია საკვებად ისეთი პროდუქტების გამოყენება, რომელიც ამ ნაერთებს შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით. ფენოლური ნაერთების ძირითად წყაროს წარმოადგენს კენკროვნების ფოთოლი და ნაყოფი, ნაყოფის წვენი, ექსტრაქტი, მცენარეული ნედლეულის ნაყენი და სხვა. თემის **აქტუალობიდან** გამომდინარე საინტერესოა გვარი Rubus-ის წარმომადგენლი – Rubus fruticosus, რომელიც ეკონომიურად მომგებიან კულტურას წარმოადგენს, თუმცა არსებული ტექნოლოგიებით მიღებული ნერგები რაოდენობრივად და ხარისხობრივად ვერ აკმაყოფილებენ ფერმერების მოთხოვნილებას. აქედან გამომდინარე მაღალი ხარისხის უეკლო მაყვლის ნერგი დეფიციტს წარმოადგენს, ხდება შემოტანა, რაც იწვევს ჩვენი ქვეყნიდან საკმაო რაოდენობის თანხის გადინებას.

აუცილებელია საქართველოში შეიქმნას კენკროვანი კულტურების, კერძოდ რემონტანტური მაყვლის გამრავლების თანამედროვე სისტემა, რომლის საწყის ეტაპს წარმოადგენს კვლევით ლაბორატორიაში სინჯარის მცენარეების არსებობა (გამრავლება, განახლება). საქართველოში მიღებული ნერგი ბევრად იაფი ჯდება შემოტანილთან შედარებით. ასევე შეიქმნება თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდის გამოყენებით in vitro რემონტანტური მაყვლის სინჯარის მცენარეების კოლექცია. მიღებული შედეგები საშუალებას მოგვცემს შევინარჩუნოთ ადგილობრივი ფორმების და ჯიშების ბიომრავალფეროვნებაც. მსოფლიოში

გავრცელებული ბიოტექნოლოგიური მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელი იქნება საუკეთესო ხარისხის სანერგე მასალის მიღება, რაც ხელს შეუწყობს საქართველოში სოფლის მეურნეობის ამ დარგის განვითარებას.

ჩვენს მიერ წარმოებული in vitro კოლექცია და რემონტანტური მაყვლის სინჯარის მცენარეები ხელმისაწვდომი იქნება ფერმერებისათვის, აქედან გამომდინარე პროექტს გააჩნია საკმაოდ დიდი გამოყენებითი პოტენციალი, მეცნიერული სიახლე, აქტუალობა და მნიშვნელობა.

სამუშაოს აპრობაცია – ნაშრომში წარმოდგენილი კვლევის ძირითადი შედეგები შესულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის ცენტრის სამეცნიერო ანგარიშებში - 2014-2017წწ.; განხილული და გამოქვეყნებულია საერთაშორისო კონფერენციების მასალებში - 2014-2016წ.წ.; სამკურნალო და არომატულ მცენარეთა გენეტიკური რესურსების ევროპული კორპორაციის სამუშაო ჯგუფის შეხვედრაზე 2017 (პორტუგალია).

კვლევის ობიექტი და მეთოდები

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს საქართველოში გავრცელებული ველური მაყვალი Rubus fruticosus, მისი კულტივირებული ფორმები და in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მცენარეები განსხვავებული ეკოსისტემის პირობებში (ქედის რაიონი - ველური და კულტივირებული მაყვალი, ოზურგეთის რაიონი - კულტივირებული და in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვალი, ხოლო ონის, თერჯოლისა და სურამის რაიონებში ველური მაყვალი. საანალიზო ნიმუშები აღებულ იქნა აღნიშნულ რეგიონებში მცენარის ვეგეტაციის შესაბამისად კლიმატური პირობების გათვალისწინებით.

ექსპერიმენტის არეალი - ა) კულტივირებული მაყვლის - in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებისათვის ექსპერიმენტები ვაწარმოეთ აჭარაში არსებულ ,,GeoMax Internacional-ის ბიოტექნოლოგიის ლაბორატორიაში. ბ) საცდელი ნაკვეთები შეირჩა კარგი დრენაჟის მქონე, ტენით

უზრუნველყოფილი, მაყვლისათვის ნიადაგის ოპტიმალური pH-ის მაჩვენებელი მერყეობს 6,0 და 7.0 შორის,

საცდელ ნაკვეთებში აღნიშნული მცენარეებიდან ნაყოფები აღებულ იქნა ტექნიკურ სიმწიფეში შესვლამდე 1-2 დღით ადრე, როცა ნაყოფს აქვს მკვრივი კონსისტენცია, რადგან ასეთი ნაყოფი ხანმოკლე დროით ინახება 1-3^{0}C-ზე.

გ) საქართველოს სხვადასხვა რეგიონის რაიონებში (ქედა, ოზურგეთი, ონი, თერჯოლა და სურამი) განსხვავებული ეკოსისტემის პირობებში აღებულ იქნა ველური მაყვლის ნიმუშები.

კვლევის მეთოდიკები - სადისერტაციო ნაშრომის ექსპერიმენტული კვლევა ჩავატარეთ აპრობირებული მეთოდიკებით:

- გარემოს ბიოლოგიური კონტროლი (მონიტორინგი);
- გეოგრაფიულ-ინფორმაციული პროგრამა (GIS-Arcview);
- კულტურათა საერთაშორისო მახასიათებლები (Internatinal crop descriptors);
- კულტურათა საერთაშორისო შეგროვების მახასიათებლები (Internatinal collecting descriptors);
- ბიომორფოლოგიური კვლევა წარმოებდა კლასიკური მეთოდიკით ონთოგენეზის პერიოდში;
- სპექტრალური მეთოდი - ფენოლური ნაერთის თვისობრივი და რაოდენობრივი შემცველობა;
- HPLC მეთოდი - ანტოციანების, ორგანული მჟავეების და ნახშირწყლების, ფლავონოიდების თვისობრივი და რაოდენობრივი შემცველობა;
- PH დიფერენცირებული მეთოდი - მონომერული ანტოციანების რაოდენობრივი განსაზღვრა;
- ტიტრომეტრული მეთოდი - ვიტამინი C;
- ფერიციანიდის მეთოდი - შაქრების შემცველობა;
- მეტლიცკის მეთოდით - პექტინოვანი ნივთიერებები;

- შრობის და გაყინვის ტექნოლოგიის შემუშავება ხდებოდა: ა)შრობის კომბინირებული მეთოდი; ბ) ბუნებრივი შრობის მეთოდი;
  გ) ხელოვნური შრობის მეთოდი;

მაყვლის მცენარეთა მიკროგამრავლების ტექნოლოგია - მაყვლის ნაყოფებსა და ფოთლებზე, შესაბამისად ნერგებზე მოთხოვნა მაღალია, რასაც მცირე სანერგეები ვერ აკმაყოფილებენ. ამიტომ აჭარაში გაიხსნა ,,GeoMax International''-ის ბიოტექნოლოგიის ლაბორატორია რომელიც უზრუნველყოფს, როგორც ადგილობრივი ბაზრის მომარაგებას სარგავი მასალით, ასევე სანერგე მასალის ექსპორტს საზღვრებს გარეთ.

In vitro ტექნოლოგიის გამოყენებით შეიძლება ისეთი სახეობების კოლექციების შენარჩუნება, რომელებიც მოწყვლადია, გადაშენების გზაზეა ან ვერ მრავლდება ჩვეულებრივ პირობებში. ჩვენს მიერ მოხდება მიღებული ნერგების ბანკის განახლება, პროდუქციის ხარისხობრივი და სასაქონლო ღირებულების მექანიზმების დიფერენცირება, რათა შემდგომ ეტაპზე მოხდეს მოთხოვნადი ასორტიმენტის პროდუქტის წარმოება.

მაყვლის მორფოგენეზის თავისებურებათა შესწავლისათვის in vitro სისტემაში საჭირო იყო შემდეგი პრობლემების გადაჭრა: ვეგეტაციის პროცესში მყოფი ყლორტების ზედაპირული სტერილიზაციისათვის ოპტიმალური პირობების შემუშავება; მიკროყლორტების გამრავლებისათვის საჭირი საკვები არის შერჩევა; მიკროყლორტების დაფესვიანების პირობების შესწავლა; აკლიმატიზაციის პროცესისა და შემდგომი პერიოდის მექანიზმების დიფერენცირება.

ვეგეტაციის პროცესში მყოფი ყლორტების ზედაპირული სტერილიზაციისათვის ოპტიმალური პირობების შემუშავებისას. ექსპლანტები აღებულ იქნა ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ტერიტორიაზე ზრდასრული მცენარეებისაგან, მათი აღება მოხდა დეკემბერში, თებერვალში, მარტში, აპრილში, მაისში, ივნისსა და ივლისში, მასალად გამოყენებულ იქნა ვეგეტატიური კვირტები და მერისტემა.

მიკროკლონური გამრავლების ეფექტურობაზე გავლენას ახდენს კულტურაში შესაყვანი მცენარის ფიზიოლოგიური თავისებურებანი. ერთ-

ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მომენტია დედა მცენარისა და ექსპლანტის შერჩევა. დედა მცენარის შერჩევისას აუცილებლად მხედველობაშია მისაღები მისი ფიზიოლოგიური, ჯიშობრივი და სახეობრივი თავისებურებანი. საწყისი მცენარე უნდა იყოს ჯანსაღი, იმყოფებოდეს ინტენსიური ზრდის მდგომარეობაში, არ უნდა იყოს დაზიანებული სოკოვანი, ბაქტერიული და ვირუსული დაავადებებით.

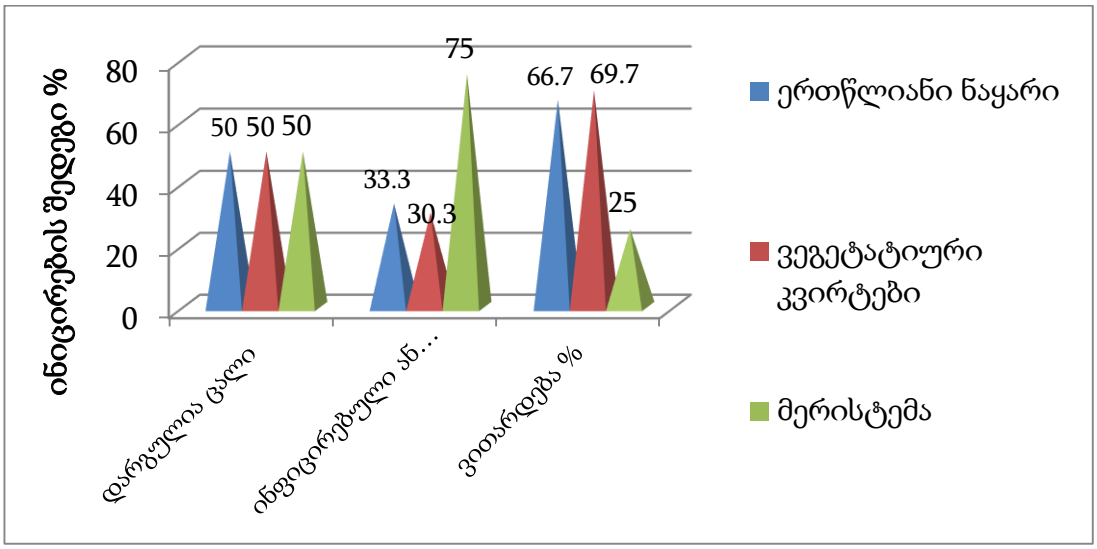
უეკლო მაყვლის რტოებს მოჭრის შემდეგ საფეხურებრივად ვუტარებდით სტერილიზაციას. ექსპლანტების ზედაპირული სტერილიზაციისათვის ერთი მასტერილებელი ნივთიერების გამოყენება სოკოვანი და ბაქტერიული პათოგენებისაგან გასაწმენდად არასაკმარისია, საჭიროა კომპლექსური მრავალსაფეხურიანი სტერილიზაციის გამოყენება, რომელიც რამდენიმე მასტერილებელ აგენტს და მათ ჩამორეცხვას ითვალისწინებს.

კენკროვანი კულტურების მერისტემების in vitro სისტემაში შეყვანისას ოპტიმალურია სასტერილიზაციო პროცედურები შემდეგი თანმიმდევრობით: ვეგეტატიური კვირტების გარეცხვა გამდინარე წყლით; კანის ქერქის ქერცლების მოცილება; საწყის ეტაპზე ბაქტერიოციდული ან ფუნგიციდური ხსნარით, ხოლო შემდეგ გამდინარე წყლით გარეცხვა; 70%-იანი ეთილის სპირტით დამუშავება; ძირითადი სტერილიზაცია; მასტერილებელი აგენტის მოშორება სტერილურ წყალში სამჯერადი გარეცხვით; მერისტემის გამოყოფა სტერილურ პირობებში.

სხვადასხვა კულტურების, მათ შორის მაყვლის, წინასწარი სტერილიზაციისათვის ბაქტერიოციდულ და ფუნგიციდურ ხსნარებად გამოიყენება 70%-იანი ეთანოლი. ძირითადი სტერილიზაციისათვის ოპერაციებს ლამინარ - ბოქსში ვატარებდით.

სტერილიზაციის ოპტიმალური რეჟიმის გამოყენების შემთხვევაში in vitro სისტემაში შეყვანილი მერისტემების სტერილობის ხარისხი საკმაოდ მაღალია (≈ 75), რაც თავის მხრივ კენკროვანი კულტურების მასიური მიკროგამრავლების კარგი შედეგის მიღების საწინდარია.

In vitro კულტურაში მაყვლის სხვადასხვა ტიპის ექსპლანტის ინიციაციისას, როგორც აღვნიშნეთ, გამოყენებული იყო ერთწლიანი ნაყარის კალმები, ვეგეტატიური კვირტები და აპიკალური მერისტემა. საუკეთესო შედეგებია მიღებული ექსპლანტებად მერისტემის გამოყენების შემთხვევაში. დიდი ზომის ექსპლანტების გამოყენებისას მათი ჩარგვა სინჯარებში გაცილებით ადვილია და ბევრად უფრო ნაკლები რაოდენობის ძვირად ღირებული ფიტოჰორმონებია საჭირო. ამასთანავე კვირტები სწრაფად გამოდიან მოსვენების მდგომარეობიდან, გადადიან აქტიური ვეგეტაციის პროცესში. შემდგომ ეტაპზე ხდებოდა კვირტების პროლიფერაცია, ანუ საკვებ არეში იწყება პირდაპირი ორგანოგენეზი, არ ხდება ქსოვილთა განვითარება, რაც დადებითი ფაქტორია დიდი რაოდენობით სარგავი მასალის მიღებისას. In vitro კულტურაში კალმის ვეგეტაციურ კვირტების შეყვანისას ექსპლანტები სწრაფად იწყებენ ზრდას. კალმებზე არსებული და გამოყოფილი კვირტები 7-9 დღის შემდეგ იბერებიან, 14-17დღის შემდეგ ჩნდებიან მიკროყლორტები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნენ გადასარგავად, ან კონგლომერატების მისაღებად. უნდა აღინიშნოს, რომ პირველი გადარგვიდან 21-25 დღის შემდეგ წარმოიქმნება დაკალმებისათვის ვარგისი 10-30 მიკროყლორტისგან შემდგარი კონგლომერატები.



დიაგრამა 1. სხვადასხვა ექსპლანტების in vitro სისტემაში ინიცირების შედეგები

მაყვლის კალმების in vitro სისტემაში შეყვანისას, კალმების თხევად არეში გადატანიდან 25-40 დღის შემდეგ კვირტების გამრავლების კოეფიციენტი იყო 3-10, ხოლო როცა აპიკალურ მერისტემას ვიყენებდით, 35-40 დღის შემდეგ ექსპლანტზე მხოლოდ მიკროკვირტების წარმოქმნა იწყებოდა. მიკრომცენარის ფორმირება მერისტემული კულტურიდან ხდება კვირტების განვითარების შემდგომ ეტაპზე. ამასთან საწყის ეტაპზე პოლიფერაციის კოეფიციენტი საკმაოდ დაბალია. მართალია სიცოცხლის უნარის მქონე ექსპლანტების მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება მერისტემული წვერების კულტურაში შეყვანისას, მაგრამ დროის ფაქტორის მიხედვით უპირატესობა ენიჭება კალმის ვეგეტატიური კვირტების ინიციციას კულტურაში, რადგან ექსპლანტების გამოსავლიანობა ამ დროს მეტია.

მიკროგამრავლებისათვის საკვები არის შერჩევა - მცენარეული უჯრედებისა და ქსოვილების გამრავლებისათვის საჭირო კომპონენტები იყოფა 6 ჯგუფად, რაც გულისხმობს კონცენტრირებული დედახსნარების მომზადების პროცესს: მაკრო- და მიკროელემენტები, რკინისა და ნახშირბადის წყაროები, ვიტამინები, ფიტოჰორმონები. K^+, Na^+, Ca^{2+}, Cl^-, H^+ აუცილებელია საკვები არეს pH-ის რეგულირებისათვის.

მცენარეთა კლონალური მიკროგამრავლებისას უპირატესობა მურაშიგესა და სკუგის არეს ვანიჭებდით. ამ არის თავისებურება არაორგანული აზოტის მაღალი კონცენტრაციით განისაზღვრება, რადგან მასში შედის აზოტშემცველი ორი მარილი KNO_3 და NH_4NO_3, აზოტი საკვები არის შეუცვლელი ელემენტია. იგი მნიშვნელოვანია როგორც არაორგანიზებული, ისე ორგანიზებული ზრდის პროცესისათვის. კალუსური ქსოვილის მორფოგენეზის ხასიათი დამოკიდებულია აზოტის სხვადასხვა წყაროებზე: აზოტმჟავა ამონიუმი, გოგირდმჟავა ამონიუმი, აზოტმჟავა კალციუმი, შარდოვანა, კაზეინის ჰიდროლიზატი, ხოლო ყლორტების დაფესვიანების დიფერენცირება აღინიშნებოდა მხოლოდ NH_4NO_3–ის შემთხვევაში. ჩვენს მიერ მოსინჯული იყო კნუდსონის, DKW და

WPM არეებიც, თუმცა ამ შემთხვევაში იღლიური კვირტები წარმოქმნიდნენ საჰაერო ბოლქვებს, ხშირ შემთხვევაში კი პოლიფერაცია მცირე იყო. ამასთანავე მურაშიგესა და სკუგის არე 12-ჯერ უფრო მდიდარია აზოტით, ვიდრე კნუდსონის, რაც კლონალური მიკროგამრავლების პროცესის ფიზიოლოგიური ეტაპების ნორმალური განვითარებისათვის ოპტიმალურ ფონს ქმნის. ექსპერიმენტის მიმდინარეობისას დადგინდა, რომ უფრო მცირე ზომის ექსპლანტებს, მათ შორის მერისტემებს, სჭირდება საკვები არეს კომპონენტების უფრო გულდასმით შერჩევა, რადგან ამ შემთხვევაში ექსპლანტს სამარაგო ნივთიერებები არ გააჩნია და მისი ენდოგენური კვება შეზღუდულია.

ცხრილი 1. მაყვლის საკვები არეების მინერალური შედგენილობა

№	ნივთიერება	MS	A	WPM	DKW
1	ამონიუმის ნიტრატი NH_4NO_3	1650	400	400	1416
2	კალიუმის ნიტრატი KNO_3	1900	480	---	---
3	კალციუმის ნიტრატი $Ca(NO_3)_2$	---	---	386	1367
4	კალიუმის ფოსფატი, KH_2PO_4	170	---	170	265
5	ნატრიუმის ფოსფატი, NaH_2PO_4	---	330,6	---	---
6	მაგნიუმის სულფატი $MgSO_4$	180,7	180,7	180,7	361,49
7	კალციუმის ქლორიდი $CaCl_2$	333,2	332,2	72,5	112,5
8	კალიუმის სულფატი K_2SO_4	---	---	990	1559
9	ტრილონ B ($Na_2EDTA \times 2H_2O$)	37,26	74,5	37.3	45,4
10	რკინის სულფატი $FeSO_4 \times 7H_2O$	27,8	55,7	27,85	33,8
11	ბორის მჟავა H_3BO_3	6,2	6,2	6,2	4,8
12	მანგანუმის სულფატი $MnSO_4 \times 2H_2O$	16,9	16,9	22,3	33,5
13	ნატრიუმის მოლი ზ დენატი $Na_2M_0O_4 \times 2H_2O$	0,25	0,25	0,25	0,39
14	კალიუმის იოდიდი KI	0,83	0,3	---	---
15	თუთიის სულფატი $ZnSO_4$	8,6	8,6	8,6	17
16	სპილენძის სულფატი $CuSO_4 \times 5H_2O$	0,025	0,025	0,25	0,25
17	კობალტის სულფატი $CoCl_2 \times 6H_2O$	0,025	0,025	---	---
18	ნიკელის სულფატი $NiSO_4 \times 6H_2O$	---	---	---	0,005

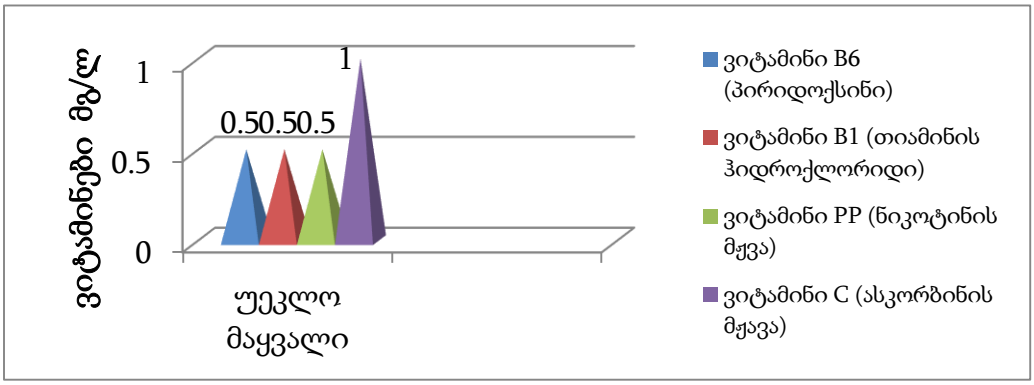
ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპეტიმენტების შედეგების გათვალისწინებით უპირატესობა მივანიჭეთ მურაშიგეს და სკუგის საკვებ

არეს, რომელსაც დამატებული ჰქონდა ვიტამინები და საქაროზა, როგორც ნახშირწყლოვანი კვების წყარო. ზრდის ინიცირებისათვის საკვებ არეს ვუმატებდით ფიტოჰორმონს, ციტოკინინურ ბუნების სინთეზურ პრეპარატს 6-ბენზილამინოპურინი (ბაპ).

მაყვლის ყლორტები საკმაოდ დიდი რაოდენობით შეიცავს ფენოლურ ნაერთებს. ექსპლანტის საკვებ არეში გადატანის წინ ხდება ანათალის განახლება. დაზიანებული ადგილიდან საკვებ არეში გადადის ფენოლები, იჟანგება და აბინძურებს მას, რაც ვიზუალურად საკვები არის გამუქებით გამოიხატება. ამიტომ ვისარგებლეთ ჩაის ექსპლანტებისათვის აპრობირებული მეთოდით: ყოველ 16 საათში ექსპლანტი ახალ საკვებ არეზე გადაგვქონდა, რის შედეგადაც სასურველი შედეგი დაფიქსირდა.

მიკროყლორტების დაფესვიანების მექანიზმები - სასურველი რაოდენობის მცენარეების მიღების შემდეგ მიკროყლორტების დაფესვიანებისათვის ვახდენდით საკულტივაციო ქილების გატანას სათბურში. მცენარეთა დაფესვიანების პარალელურად ტარდებოდა მათი გაკაჟებაც. პროცესის ნორმალური მიმდინარეობისათვის აუცილებელია განათების ინტენსივობისა და ტენიანობის რეგულირება. რიგ შემთხვევაში მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ დაფესვიანებულ მცენარეთა მოთავსება დეპონირებაზე დაბალი ტემპერატურის პირობებში, რაც საჭიროების შემთხვევაში მცენარეთა განვითარების შეფერხების და ხანგრძლივად მათი შენახვის საშუალებას იძლეოდა.

მიკროყლორტების დაფესვიანების ინტენსიურად წარმართვისათვის საკვებ არეს ვუმატებდით აპრობირებულ ვიტამინებს: ვიტამინი B_6 (პირიდოქსინი), ვიტამინი B_1 (თიამინის ჰიდროქლორიდი), ვიტამინი PP (ნიკოტინის მჟავა), ვიტამინი C (ასკორბინის მჟავა) რომელთა მოქმედება დადებითად აისახებოდა მიკრო ყლორტების განვითარებასა და დაფესვიანებაზე. პროცესის მიმდინარეობა ასახულია დიაგრამაზე.



დიაგრამა 2. მაყვლის საკვებ არეზე დამატებული ვიტამინების ნორმები

დობერგის და მეინის აზრით მცენარეების მასობრივი მიკროგამრავლების პროცესი სამ პერიოდად იყოფა: I) დედა მცენარის შერჩევა, ექსპლანტის აღება, სტერილიზაცია; II) სტერილური კვირტის მიღება, გამრავლებული კვირტების ზრდა ყლორტების წარმოქმნამდე; III) in vitro ყლორტების დაფესვიანება და აკლიმატიზაცია. მათივე რეკომენდაციით მიზანშეწონილია მესამე პერიოდის სამ ეტაპად დაყოფა: ა) გამრავლებული კვირტების ზრდა ყლორტების წარმოქმნამდე; ბ) in vitro ყლორტების დაფესვიანება; გ) აკლიმატიზაცია, რაც ჩვენი ექსპერიმენტების შედეგებითაც დადასტურდა.

საკულტივაციო ჭურჭლიდან მაყვლის დასაფესვიანებელ მცენარე-რეგენერანტებს ვაჭრიდით კალუსს, შემდეგ 4-6 გვერდითი ფოთოლი იღლიური კვირტების ჩანასახით და კარგად მზარდი აპიკალური ნაწილით გადაგვქონდა ნასვრეტებიან კოლოფებში სპეციალური სუბსტრატით. კვების ოპტიმალურ ფართობს ამგვარ ყუთებში შეადგენდა 6X4 სმ, რაც სავსებით საკმირისი იყო 25-30 დღის განმავლობაში კვირტების დაფესვიანება - ზრდა-განვითარებისათვის. სუბსტრატზე დარგვის შემდეგ კოლოფებს ვახურავდით პოლიეთილენის თავსახურავს მიკოკლიმატის წარმოქმნისათვის, 12-15 დღის შემდეგ ვამცირებდით ტენიანობას მიკროკლიმატის დარღვევისათვის. თავდაპირველად 5-10 წ-ით, ხოლო შემდეგ ხანგრძლივი დროით, ჰაერის გავლენით სუსტი მცენარე - რეგენერანტები იღუპებოდნენ. ლეთალური ეფექტი შეადგენდა 15-20%, ხოლო 80-85% მცენარე - რეგენერანტები ეგუებოდნენ სათბურის პირობებს.

მცენარეებზე ვითარდებოდა იღლიური კვირტებიდან ყლორტები და საკმაოდ სწრაფად იზრდებოდნენ. 30 – 40 დღის შემდეგ მათი სიმაღლე 35 – 40 სმ-ს აღწევდა. ასეთი მცენარეები მზად იყვნენ გრუნტში გადასატანად. გრუნტში გადატანილი მცენარე-რეგენერანტები ზრდა - განვითარება განსხვავებული ინტენსივობით მიმდინარეობდა. ეს პროცესი დამოკიდებული იყო მცენარის გენოტიპის ტოტიპოტენტურობაზე, ასევე გარემო პირობებზე მაგ: გრუნტის ტროფიკულ ფაქტორზე და ა.შ.

მიუხედავად იმისა, რომ ზრდა-განვითარებით ერთი და იგივე ასაკის მცენარე-რეგენერანტები განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან, უნდა აღინიშნოს, აკლიმატიზაციის შემდგომ ისინი შესანიშნავად ვითარდებოდნენ და აღწევდნენ მისაღებ პარამეტრებს. აკლიმატიზაციის პერიოდში შესაძლებელია მათი ფთლოვანი გამოკვება, მავნებლებისა და დაავადებების წინააღმდეგ პროფილაქტიკური ღონისძიებების ჩატარება.

სურათი 1. მიკრომცენარეები საკულტივაციო ჭურჭელში, აკლიმატიზაციის პროცესი

საქართველოში დღეისათვის კენკრის მწარმოებელ კომპანიებს შორის მხოლოდ ,,GeoMax International''-მა დააკმაყოფილა საერთაშირისო სტანდარტის მოთხოვნები და მიიღო Global Gap-ის სერთიფიკატი.

ველური, in vitro და კულტივირებული მაყვალის ქიმიური მაჩვენებლები და გადამუშავების ტექნოლოგიური მოდელის შეჩევა

საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში (ქედის, ოზურგეთის, ონის, თერჯოლისა და სურამის რაიონები) განსხვავებული ეკოსისტემის პირობებში აღებულ იქნა ველური, კულტივირებული და in vitro

ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვლის ფოთლები და ნაყოფები. დადგინდა მათი ტექნიკური მაჩვენებლები: მასა, მოცულობა, გემო, ფერი, გრძივი და განივი ჭრილი, გამოვიკვლიეთ ქიმიური შემადგენილობა.

უნდა აღინიშნოს, მომხმარებლისათვის მაყვლის საინტერესო პროდუქტი არის გამშრალი ფოთლები და ნაყოფი, როგორც ნედლი, ისე გამშრალი ან გაყინული სახით. მაყვლის ნაყოფი სასარგებლო ნივთიერებებით მდიდარი კენკრაა და ამასთანავე არის მალფუჭებადი, ამიტომაც აუცილებელია მათი შენახვა ისე, რომ მოხდეს სასარგებლო ნივთიერებების მაქსიმალურად შენარჩუნება, ანუ ჩვენი კვლევის შემდეგი ეტაპი იყო მაყვლის ფოთლებისა და ნაყოფების შრობისა და გაყინვის რეჟიმების შერჩევა.

ჩვენი ექსპერიმენტებით დავადგინეთ, რომ მაყვლის ფოთლების ბუნებრივი შრობა უნდა დაიწყოს მოკრეფის დამთავრებისთანავე ჩრდილში, დაყოვნება აუარესებს ხარისხს და გარეგნულ სახეს; მაყვლის ფოთლების ბუნებრივი შრობის პროცესი დამოკიდებულია მოსავლის აღების კალენდარულ პერიოდზე და იმ მეტეოროლოგიურ პირობებზე, რომელიც შეიქმნება აღებული ფოთლების შრობის პერიოდში; გამშრალი ნედლეული უნდა მოთავსდეს სპეციალურ სათავსოში, რადგან მშრალი ფოთლები ჰიგროსკოპულია. სწორად გამომშრალი მაყვლის ფოთლები არ კარგავენ ფერს, არომატს, გემოს და შემადგენელ სასარგებლო ნივთიერებებს. შერჩეულ იქნა ჩვენი ექსპერიმენტებიდან ოპტიმალური ტემპერატურა და პერიოდი, მაყვლის გამშრალ ფოთლებში განსაზღვრულ იქნა ანტოციანები, ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ფენოლები და ფლავანოიდები, რადგან პროდუქტის სასაქონლო ღირებულებას მათი შემცველობა განსაზღვრავს. ხელოვნური შრობის შედეგად მათი ხარისხობრივი შემცველობა არ გაუარესებულა.

ცხრილი 2. მაყვლის გამშრალი ფოთლების ქიმიური შედგენილობა

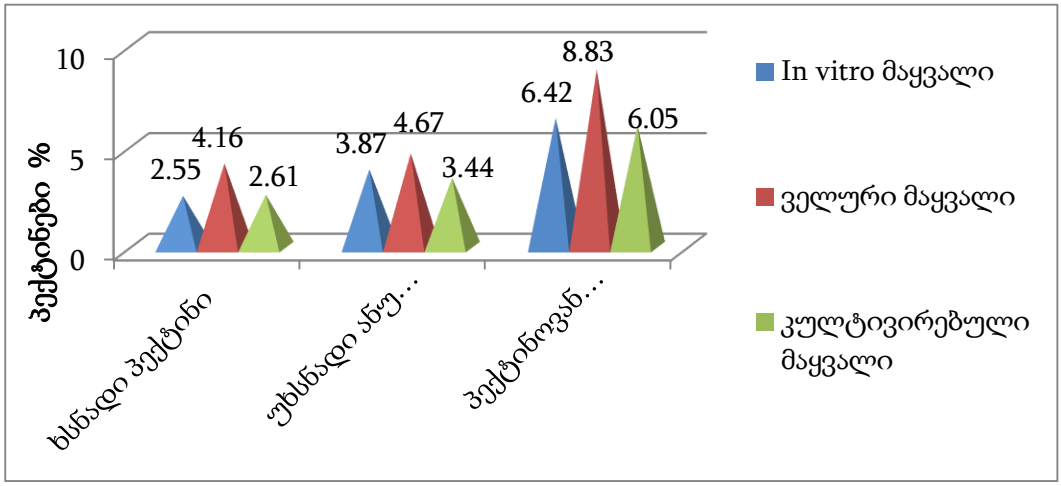
მაყვლის ფოთლების შრობა 30-40^{0}C 30წთ	ანტოციანები PH დიფერენცი რებული მეთოდით	ანტიოქსიდა ნტური აქტივობის ინჰიბირება (In) %	ფლავონოიდები კვერცეტინზე გადაანგარიშები თ მგ/100გ	ფენოლები გალის მჟავაზე გადაანგარიშე ბით მგ/100გ
In vitro (ზურგეთის (რ-ი)	15.2	13.4	18.3	19.3
კულტივირებული (ქედის რ-ი)	13.1	09 .4	15.2	15,1
ველური (ქედის რ-ი)	17.3	19.1	21.9	20.6
ველური (ონის რ-ი)	15.5	11.4	17.5	18.6
ველური (თერჯოლის რ-ი)	17.6	12.1	17.2	18.3

მაყვლის ფოთლების ხელოვნური შრობა პროდუქტს ერთგვაროვან სახეს აძლევს; პროცესი არ არის დამოკიდებული კალენდარულ პერიოდსა და მეტეოროლოგიურ პირობებზე, თუმცა გარკვეულ დანახარჯებთან გვაქვს საქმე.

მაყვლის ნაყოფების ქიმიური შედგენილობა

პექტინების განსაზღვრა - პექტინოვანი ნივთიერებები ქიმიურად არაერთგვაროვანი ნაერთებია, განეკუთვნებიან მაღალმოლეკულურ ნახშირწყლებს, რომელთა საფუძველს შეადგენს ერთმანეთთან გლუკოზიდური ბმით დაკავშირებული პექტინის მჟავა გალაქტურონმჟავას ნაშთებისაგან აგებული გრძელი ჯაჭვით. პექტინოვანი ნივთიერებები არის ორი სახის: პროტოპექტინი (წყალში უხსნადი) და პექტინი (წყალში ხსნადი). მეტლიცკის მეთოდით in vitro, ველური და კულტივირებული მაყვლის გაყინულ (-45^{0}C) ნაყოფებში განვსაზღვრეთ პექტინოვან ნივთიერებათა შემცველობა, მიღებული შედეგები მოცემულია დიაგრამაზე.

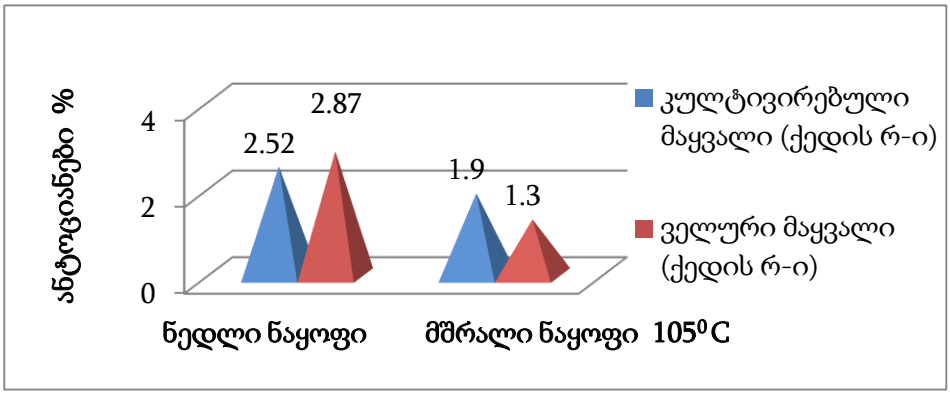
გაყინულ (-45^{0}C) მაყვალში პექტინის შემცველობა შეადგენს – in vitro მაყვალში-6,42%, ველურ მაყვალში-8,83%, ხოლო კულტივირებულ მაყვალში –6,05%. პექტინოვან ნივთიერებათა რაოდენობა ველურ მაყვალში სჭარბობს.



დიაგრამა 3. გაყინულ (-45⁰C) ნაყოფებში პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა

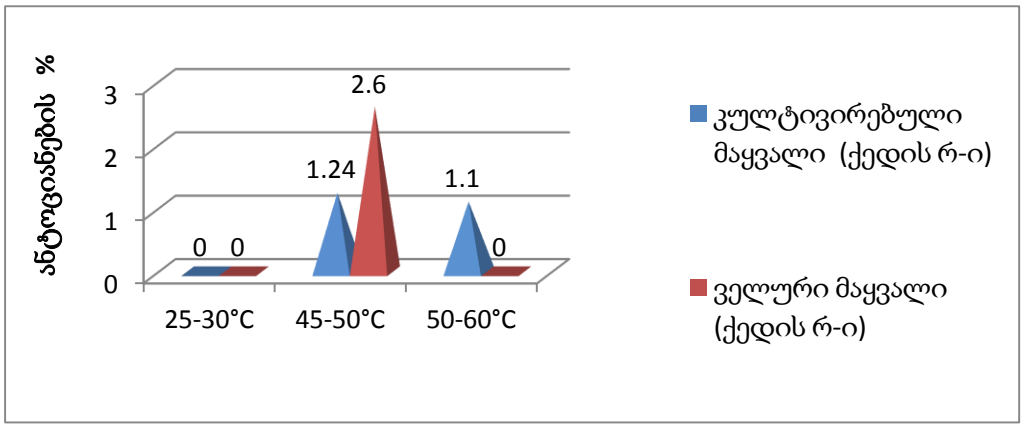
ჩვენი ექსპერიმენტით დაფიქსირდა, რომ in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვალის ნაყოფებსა და ჩვეულებრივი წესით გამრავლებული მაყვლის ნაყოფებში ამ ძვირფასი და მნიშვნელოვანი ნივთიერებების რაოდენობა თითქმის იდენტური და საკმაოდ მაღალია, რაც განსაზღვრავს ამ პროდუქტის სასაქონლო ღირებულებას.

ანტოციანების განსაზღვრა - ანტოციანების რაოდენობრივი განსაზღვრა PH-დიფერენცირებული მეთოდით ჩავატარეთ ველური და კულტივირებული მაყვლის ნედლ და მშრალ ნაყოფებში.



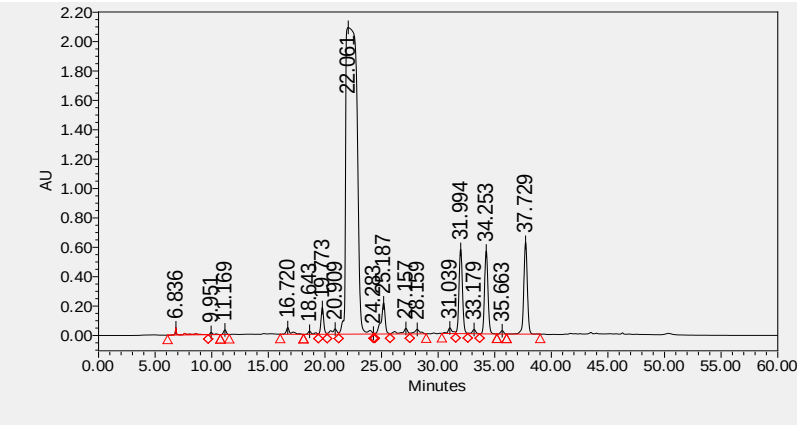
დიაგრამა 4. ანტოციანების შემცველობა მაყვლის ნედლ ნაყოფში

ანტოციანების შემცველობა მაყვლის კულტივირებულ ნედლ ნაყოფში -2,52%, ხოლო მეტია ველურ მაყვალში-2,87%, 105⁰C გაშრობის შედეგად მათი შემცველობა მცირდება: კულტივირებულ მაყვალში -1,9%, ნაკლებია ველურ მაყვალში-1,3%.



დიაგრამა 5. ანტოციანების შემცველობა მაყვლის მშრალ ნაყოფებში

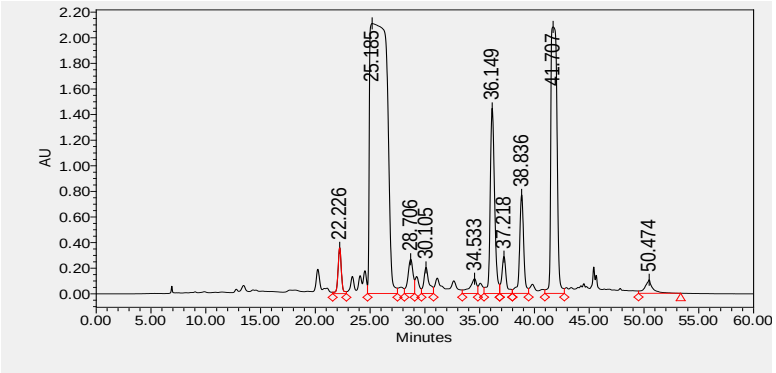
25-30^{0}C მაყვლის გამომშრალი ნაყოფები დაგვიობდა. 45-50^{0}C გამშრალ კულტივირებულ ნაყოფებში ანტოციანების შემცველობა შეადგენს 1,24%, ველურ მაყვალში 2,6%. რაც შეეხება 50-60^{0}C გამშრალი ველური ნაყოფი დაიწვა, კულტივირებულში კი ანტაციანების რაოდენობა 1,1% შეადგენს. შემდეგი სერია ჩატარებული კვლევებისა მიუძღვენა in vitro, ველური და კულტივირებული მაყვლის ნედლ ნაყოფში მონომერული ანტოციანების რაოდენობის განსაზღვრას pH დიფერენცირებული მეთოდით, რომელიც განხორციელდა მაღალი წნევის სითხურ ქრომატოგრამაზე (მწსქ). სადაც დაფიქსირდა ანტოციანის პიგმენტი ციანიდინ-3-გლუკოზიდი, ხოლო დანარჩენი პიგმენტები კვალის სახითაა. ველურ მაყვალში პიგმენტი ციანიდინ-3-გლუკოზიდი შეადგენს 72,02%, in vitro ტექნოლოგიით მიღებულ მაყვალში 55,59%, ხოლო კულტივირებულ მაყვალში 19,72%.



სურათი 2. ანტოციანების ქრომატოგრამა, დეტექტირება 518ნმ

ცხრილი 3. ციანიდინ-3-გლუკოზიდის ქრომატოგრაფიული დახასიათება

	ველური მაყვალი	შეკავების დრო	ფართობი	% ფართობი
1	ციანიდინ -3- გლუკოზიდი	22.061	142431516	72.02



სურათი 3. ანტოციანების ქრომატოგრამა, დეტექტირება 518ნმ

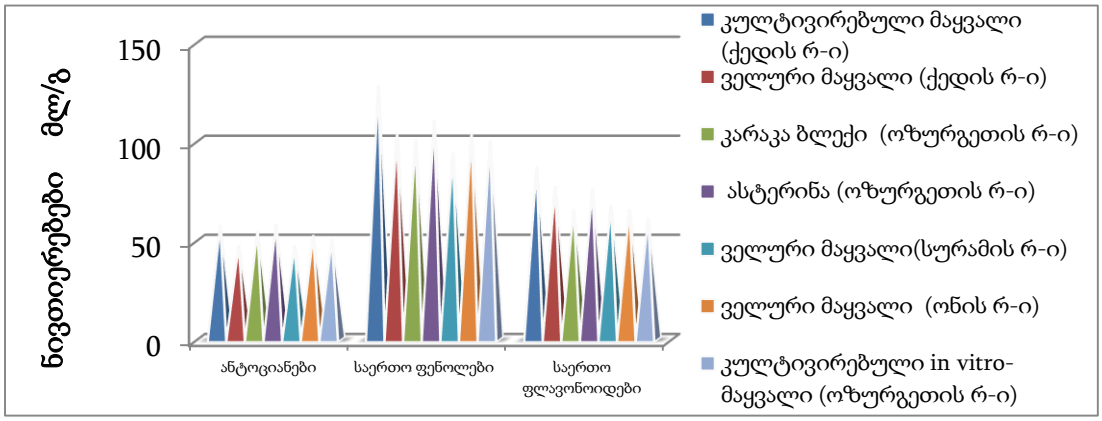
ცხრილი 4. ციანიდინ-3-გლუკოზიდის ქრომატოგრაფიული დახასიათება

	in vitro მაყვალი	შეკავების დრო	ფართობი	% ფართობი
1	ციანიდინ -3- გლუკოზიდი	25.185	228511852	55.59

ცხრილი 5. ციანიდინ-3-გლუკოზიდის ქრომატოგრაფიული დახასიათება

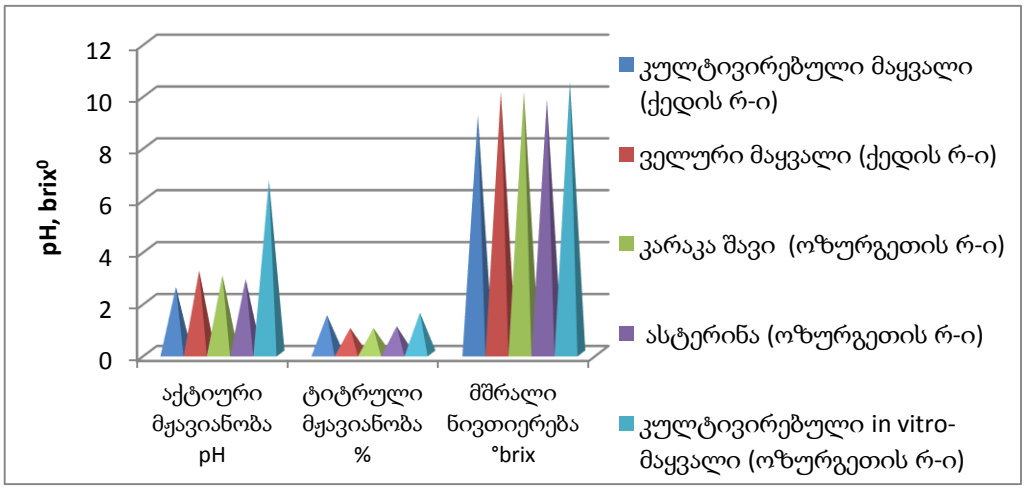
	კულტივირებული მაყვალი	შეკავების დრო	ფართობი	% ფართობი
1	ციანიდინ -3- გლუკოზიდი	41.707	81054269	19.72

კვლევის შედეგების გაანალიზებით ჩანს, რომ ველურ მაყვალში ანტოციანების მაღალი შემცველობაა, განსაკუთრებით მაღალმთიან ზონაში, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ in vitro ტექნოლოგიით მიღებული მაყვლის ნაყოფებშიც დამაკმაყოფილებელი რაოდენობაა.



დიაგრამა 6 . მაყვლის ნედლი ნაყოფის შედგენილობა

საერთო ფლავონოიდების განსაზღვრა მოვახდინეთ HPLC მეთოდით მაყვლის ველური, in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული და კულტურული ჯიშების ნედლი და მშრალი ნაყოფების ექსტრაქტში. იგივე ექსპოზიციაში განვსაზღვრეთ მშრალი ნივთიერების რიცხობრივი მაჩვენებელი, განსაზღვრას ვაწარმოებდით ახლად დაწურული წვენის რეფრაქტომეტრის პრიზმაზე დატანით °brix, აქტიური მჟავიანობისა და ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრას pH მეტრით.



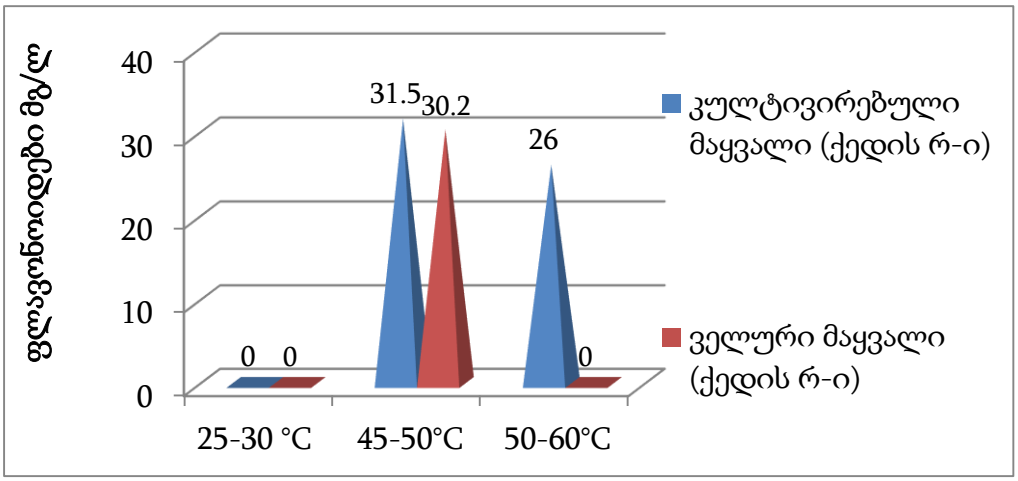
დიაგრამა 7. ნაყოფებში მშრალი ნივთიერება, აქტიური და ტიტრული მჟავიანობა

მიღებული შედეგებიდან აქტიური მჟავიანობის შემცველობა - კულტივირებული მაყვალი 2,56, ველურ მაყვალი 3,2, კარაკა შავი 3,02, ასტერინა 2,87, ხოლო in vitro- მაყვალი 6,68.

ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრისას - კულტივირებული მაყვალი 1,48, ველურ მაყვალი 0,98, კარაკა შავი 0,98, ასტერინა 1,05, ხოლო in vitro- მაყვალი 1,57.

მშრალი ნივთიერების განსაზღვრისას °brix - კულტივირებული მაყვალი 9,2, ველურ მაყვალი 10,1, კარაკა შავი 10,1, ასტერინა 9,8, ხოლო in vitro- მაყვალი 10,5.

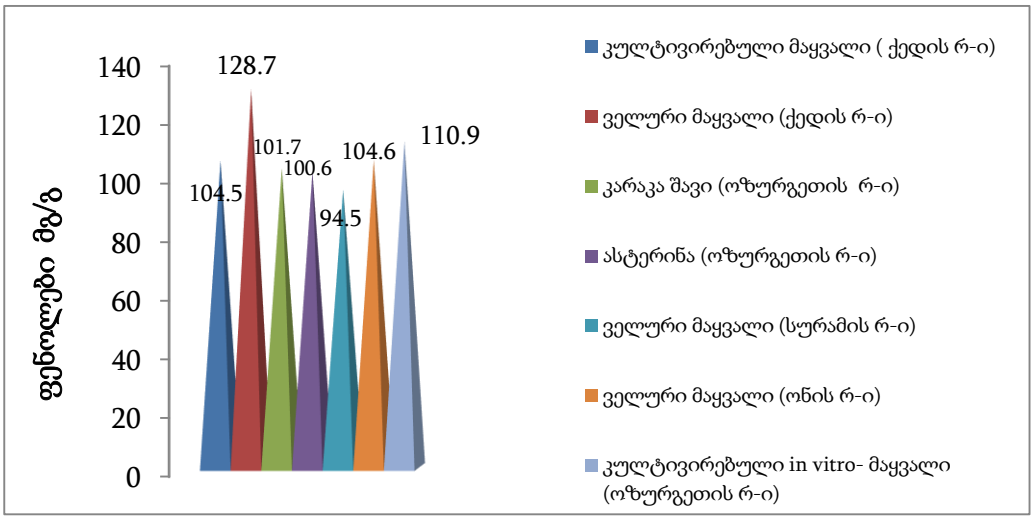
ფლავონოიდების განსაზღვრა ვაწარმოეთ კულტივირებული და ველური მაყვლის მშრალ ნაყოფში. სხვადასხვა ტემპერატურული რეჟიმით.



დიაგრამა 8. ფლავონოიდების შემცველობა ველური და კულტივირებული მაყვლის მშრალ ნაყოფში

45-50^{0}C გამშრალ კულტივირებულ ნაყოფებში ფლავონოიდების შემცველობა შეადგენს 31,5მგ/გ, ხოლო ველურ მაყვალში 30,2მგ/გ. რაც შეეხება 50-60^{0}C გამშრალი ველური ნაყოფი დაიწვა, ხოლო კულტივირებულში ფლავონოიდების რაოდენობა 26 მგ/გ შეადგენს.

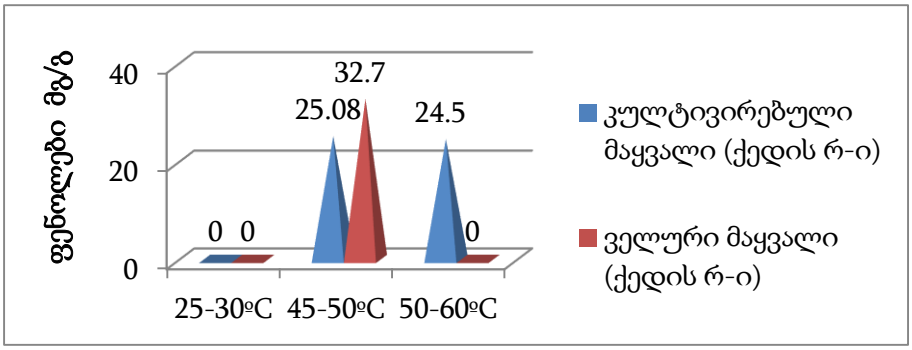
საერთო ფენოლების რაოდენობრივი შემცველობა განისაზღვრა Folin-Ciocalteu-ს რეაგენტით სპექტროფოტომეტრული მეთოდით იგივე ექსპოზიციების ექსტრაქტებში.



დიაგრამა 9. ფენოლების შემცველობა მაყვლის ნედლ ნაყოფში

მაყვლის ყველა ნედლი ნიმუში ხასიათდება ფენოლების მაღალი შემცველობით, კულტივირებული მაყვალი 104,5მგ/გ, ველური მაყვალი (ქედა) 128,7მგ/გ, კარაკა შავი 101,7მგ/გ, ასტერინა 100,6მგ/გ, ველური მაყვალი (სურამი) 94,5მგ/გ, ველური მაყვალი (ონი) 104,6მგ/გ, ხოლო in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვალი 110,9მგ/გ.

ფენოლების განსაზღვრა მოვახდინეთ ველური და კულტივირებული მაყვლის მშრალ ნაყოფში, ველურ მაყვალში ფენოლები 32,7მგ/გ-ს შეადგენს, ხოლო კულტივირებულ მაყვალში 25,08მგ/გ.

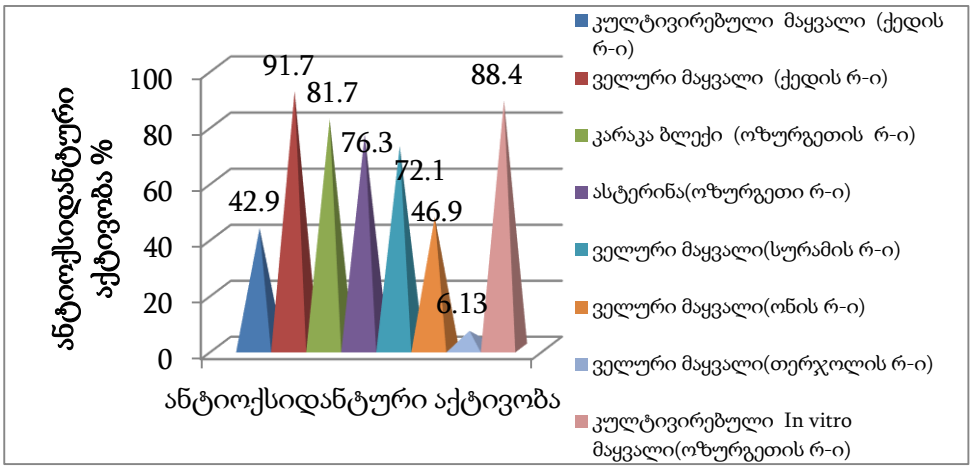


დიაგრამა 10. ფენოლების შემცველობა მაყვლის მშრალ ნაყოფში

25-30^{0}C მაყვლის არასრულყოფილად გამომშრალი ნაყოფები დაგვიობდა, ამიტომ მათი კვლევა არ ჩაგვიტარებია. 45-50^{0}C გამშრალ კულტივირებულ ნაყოფებში ფენოლების შემცველობა შეადგენს 25,8მგ/გ, ხოლო ველურ მაყვალში 32,7მგ/გ. რაც შეეხება 50-60^{0}C გამშრალი ველური ნაყოფი დაიწვა, ხოლო კულტივირებულში ფლავონოიდების რაოდენობა 24,5მგ/გ შეადგენს.

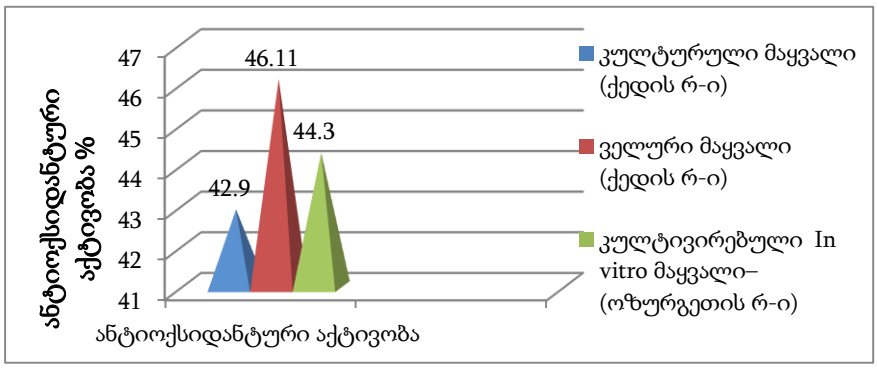
ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრის DPPH მეთოდი

ანტიოქსიდანტური აქტივობის მქონე სტანდარტულ ნაერთთა თავისუფალ რადიკალური შებოჭვის საკალიბრო მრუდის მიხედვით შესაძლებელია საკვლევ პროდუქტებში - მაყვლის ახლად მოკრეფილი, მშრალი და გაყინული ნაყოფების ექსტრაქტებში ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა DPPH-ის შესაბამისი mm-ის ხსნარით.



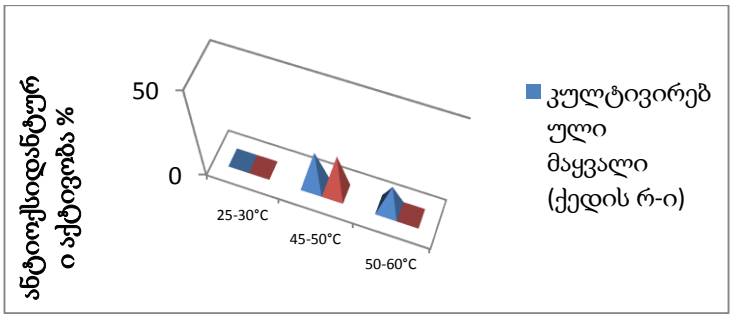
დიაგრამა 11. ანტიოქსიდანტური აქტივობა %-ში მაყვლის ნედლ ნაყოფში

მიღებული შედეგების შეჯერებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ანტიოქსიდანტური აქტივობა მაღალია მაყვლის ნედლი ნაყოფის ველურ ფორმებში ქედის და ონის რაიონებში, რაზეც გავლენას ახდენს უსათუოდ ზღვის დონიდან არეალი, ხოლო in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებულ და კულტივირებულ მაყვალში ოზურგეთის რაიონში.



დიაგრამა 12. ანტიოქსიდანტური აქტივობა მაყვლის გაყინულ (-45^{0}C-ზე) ნაყოფში

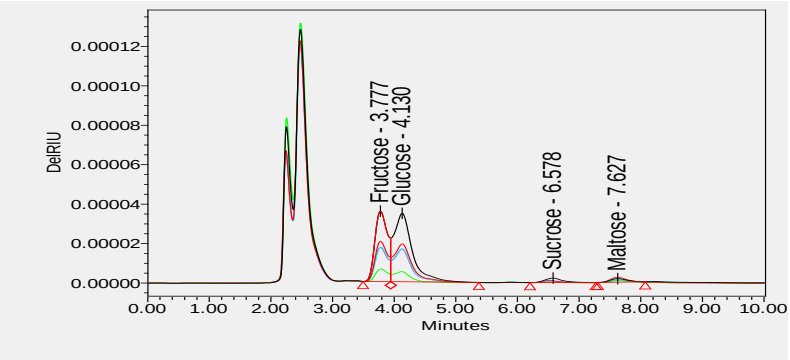
ანტიოქსიდანტური აქტივობა განსაზღვრული იქნა ველური მაყვლის, ასევე კულტივირებული და in vtro ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვლის გაყინულ ნაყოფებში. აღნიშნული კვლევით ანტიოქსიდანტური აქტივობა ველურ მაყვალში 46,11%-ია, in vtro მაყვალში 44,3%-ია, ხოლო კულტივირებულ მაყვალში 42,9%-ი. მიღებული შედეგებით in vtro ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვალი ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლით მცირედ ჩამოუვარდება ველურ მაყვალს, მაგრამ აღემატება კულტივირებულს.



დიაგრამა 13 . ანტიოქსიდანტური აქტივობა მაყვლის მშრალ ნაყოფში

ანტიოქსიდანტური აქტივობა განსაზღვრული იქნა ველური და კულტივირებული მაყვლის მშრალ ნაყოფებში, სადაც მისი შემცველობა ველურ მაყვალში 23%-ია, კულტივირებულში კი 20%-ია. მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ შრობისა და გაყინვის რეჟიმები ნაყოფს არ უკარგავს ხარისხობრივ მაჩვენებლებს, რითაც განისაზღვრება სასაქონლო ღირებულება. ამასთანავე აღნიშნული ტექნოლოგიით დამუშავებული და შენახული კენკრა ხელმისაწვდომია წლის ნებისმიერ პერიოდში.

ნახშირწყლებისა და ორგანული მჟავების განსაზღვრა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით (მწსქ)-საკვლევად ვიყენებდით მაყვლის ნაყოფის წვენის ექსტრაქტებს სიმწიფის ყველა სტადიაზე.



სურათი 4. in vitro, ველური და კულტივირებული მაყვლის ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა, დეტექტირება.

ცხრილი 6. უმწიფარი ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა, დეტექტირება

	in vitro მაყვლის უმწიფარი ნაყოფი	შეკავების დრო	ფართობი	% ფართობი
1	ფრუქტოზა	3,777	153074	40,05
2	გლუკოზა	4,130	153926	41,67
3	საქაროზა	6,578	8303	2,25
4	მალტოზა	7,627	33099	8,96

ცხრილი 7. მწიფე ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა, დეტექტირება

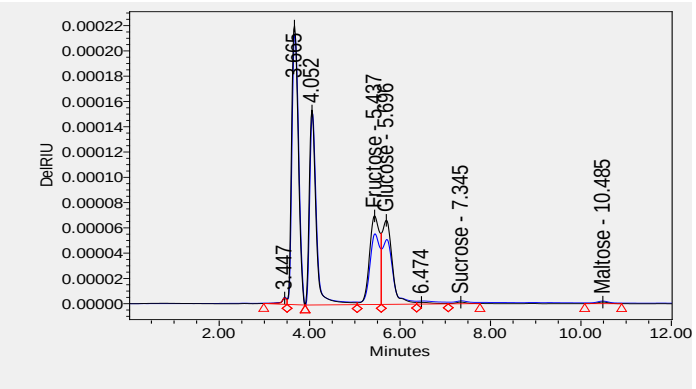
	In vitro მაყვლის მწიფე ნაყოფი	შეკავების დრო	ფართობი	% ფართობი
1	ფრუქტოზა	3.785	393467	43.10
2	გლუკოზა	4.132	532410	54.19
3	საქაროზა	6.507	11160	1.14
4	მალტოზა	7.627	45433	4.62

ცხრილი 8. უმწიფარი ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა, დეტექტირება

	კულტივირებული მაყვლის უმწიფარი ნაყოფი	შეკავების დრო	ფართობი	% ფართობი
1	ფრუქტოზა	3.778	465201	38.72
2	გლუკოზა	4.130	651341	54.21
3	საქაროზა	6.57	11160	1.14
4	მალტოზა	7.625	85051	7.08

ცხრილი 9. მწიფე ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა დეტექტირება

	კულტივირებული მაყვლის მწიფე ნაყოფი	შეკავების დრო	ფართობი	% ფართობი
1	ფრუქტოზა	3.780	811773	39.66
2	გლუკოზა	4.135	1162625	56.37
3	საქაროზა	6.578	70844	3.37
4	მალტოზა	7.627	54374	7.59



სურათი 5. ქედის რაიონის ტერიტორიაზე გავრცელებული ველური მაყვლის უმწიფარი ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა

ცხრილი 10. უმწიფარი ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა

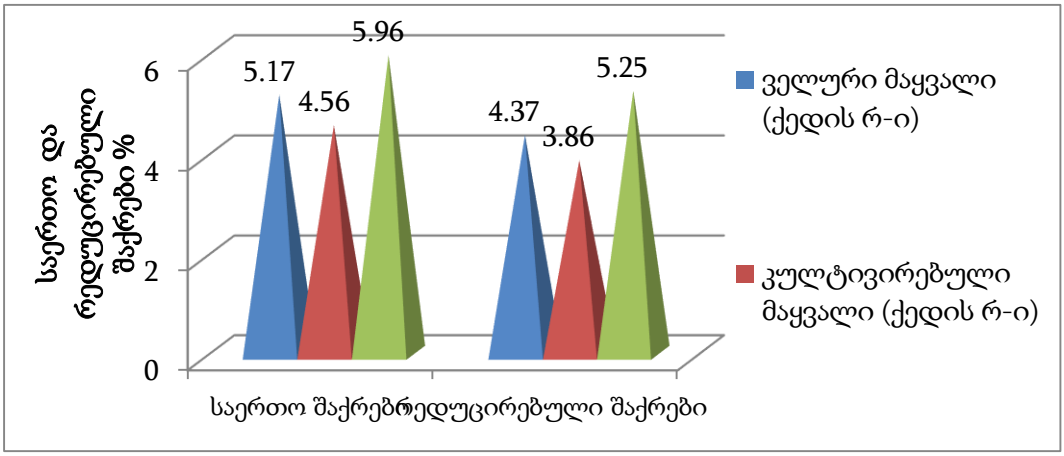
	ველური მაყვლის უმწიფარი ნაყოფი	შეკავების დრო	ფართობი	% ფართობი
1	ფრუქტოზა	5.437	1374007	14.93
2	გლუკოზა	5.706	1369052	14.87
3	საქაროზა	7.345	44315	0.48
4	მალტოზა	10.485	39031	0.42

ცხრილი 11. მწიფე ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა

	ველური მაყვლის მწიფე ნაყოფი	შეკავების დრო	ფართობი	% ფართობი
1	ფრუქტოზა	5.437	1765836	25.97
2	გლუკოზა	5.696	1656389	19.86
3	საქაროზა	7.345	34895	0.54
4	მალტოზა	10.485	33421	0.45

გლუკოზა და ფრუქტოზა წარმოადგენდა დომინანტ შაქარს, ხოლო სხვა შაქრები - საქაროზა და მალტოზა ნაპოვნია კვალის სახით. უმწიფარ ვარდისფერი ფერის ნაყოფში გლუკოზისა და ფრუქტოზის რაოდენობა გაცილებით ნაკლებია მწიფე ნაყოფთან შედარები. შაქრების საერთო რაოდენობა მატულობს ნაყოფის დამწიფების პარალელურად. ნაყოფში ფრუქტოზის მომატებული რაოდენობა და დაბალი მჟავიანობა მას სასიამოვნო გემოს ანიჭებს. ჯიშების მიხედვით მაყვლის საკვლევ ნიმუშებში არ ფიქსირდება მნიშვნელოვანი სხვაობა გლუკოზისა და ფრუქტოზის შემცველობას შორის.

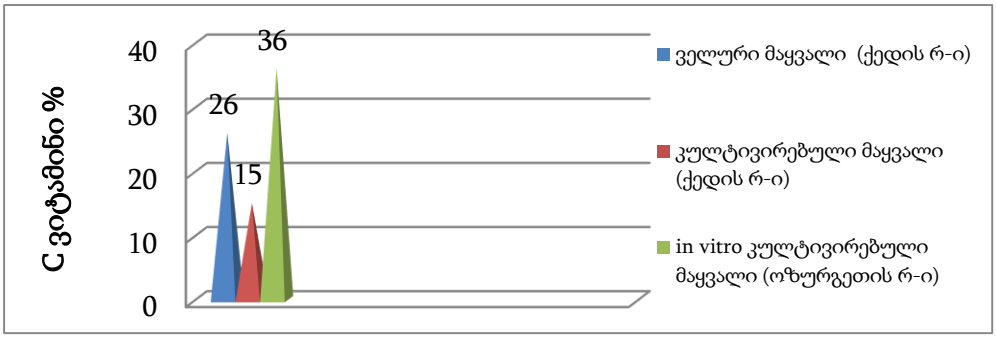
ფერიციანიდის მეთოდით - განისაზღვრა საერთო და რედუცირებული შაქრები მაყვლის გაყინულ ნაყოფებში.



დიაგრამა 14. საერთო და რედუცირებული შაქრების შემცველობა (გაყინულ) ნაყოფებში

ველური მაყვლის ნაყოფი შეიცავს საერთო შაქრებს 5,17%-მდე, ხოლო რედუცირებულ შაქრებს - 4,37%-მდე, კულტივირებულ მაყვალში საერთო შაქრები 4,56%, რედუცირებული შაქრები - 3,86%-მდე, in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვალში საერთო შაქრები 5,96% და რედუცირებული შაქრები 5,25%-მდე.

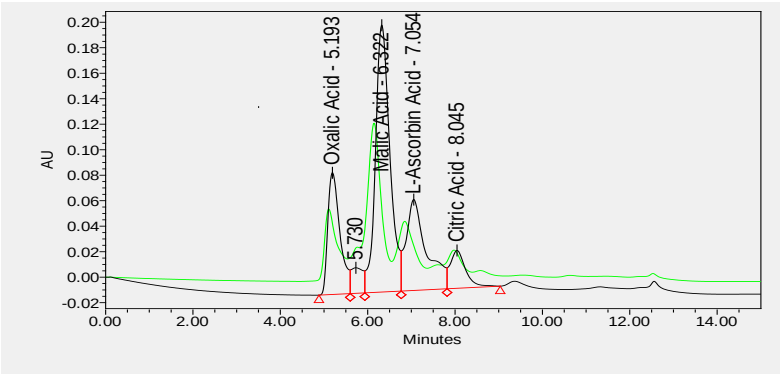
ვიტამინ C-ს განსაზღვრეთ ტიტრომეტრული მეთოდით



დიაგრამა 15. ვიტამინი C-ს შემცველობა მაყვლის (გაყინულ) ნაყოფებში

ჩვენი კვლევის ობიექტად აღებულ in vitro, ველური და კულტივირებული მაყვლის გაყინულ ნაყოფში, C ვიტამინის განსაზღვრისას მაღალი შემცველობით გამოირჩევა in vitro მაყვალი 36%-ით, ველურ მაყვალი 26%-ით, ხოლო კულტივირებული მაყვალი 15%-ით.

ორგანული მჟავების თვისობრივი და რაოდენობრივი განსაზღვრა-განვახორციელეთ (მწსქ), იდენტიფიცირება განხორციელდა სპექტრის ულტრაისფერ არეში - 214ნმ-ზე. In vitro, კულტივირებული და ველური მაყვლის ნაყოფებში, იდენტიფიცირებისას ძირითადი მჟავები აღმოჩნდა მჟაუნმჟავა, ვაშლმჟავა, ასკორბინის მჟავა და ლიმონმჟავა.



სურათი 6 . მაყვალი ნაყოფის ორგანული მჟავების ქრომატოგრამა 214ნმ.

როგორც მოსალოდნელი იყო in vitro, ველური და კულტივირებული მაყვლის ნედლ მწიფე ნაყოფებში ორგანული მჟავები ნაკლები რაოდენობით დაფიქსირდა, ვიდრე უმწიფარ ნაყოფებში.

დ ა ს კ ვ ნ ა

1. მცენარეთა კლონალური მიკროგამრავლება in vitro კულტურაში, ანუ მცენარეთა გამრავლება ქსოვილური კულტურის მეთოდით არის თანამედროვე ტექნოლოგია, რომელსაც სანერგე მასალის წარმოების ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით მთელი რიგი უპირატესობები გააჩნია, მისი გამოყენება მიზანშეწონილია კენკროვანი კულტურების, მათ შორის რემონტანტური მაყვლის ნერგების მასიური წარმოებისათვის.

2. მცენარეთა მიკროკლონური გამრავლების ერთ-ერთი პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ აღნიშნული ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ვირუსებისგან გასუფთავებული სარგავი მასალის წარმოებას გამრავლების მაღალი კოეფიციენტით.

3. მაყვლის სამრეწველო პლანტაციების შექმნა, მათ შორის in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული, ხელს შეუწყობს ქვეყნის ფიტოგენოფონდის შენარჩუნებას, განსაკუთრებით მაღალმთიან ზონაში, სადაც მაყვლის ნაყოფებისა და ფოთლების ხარისხობრივი მაჩვენებლები მაღალია;

4. განსაზღვრულია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები - პექტინები, ვიტამინები, ანტოციანები, ფენოლები, ფლავონოიდები მაყვლის ველურ ფორმებში, კულტივირებულ და in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებულ ჯიშების ნაყოფებსა და ფოთლებში სხვადასხვა ეკოსისტემის პირობებში. ჩვენი ექსპერიმენტების საფუძველზე დადგენილია, რომ მათი შემცველობა მეტია მაღალმთიან ზონაში, ხოლო in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მცენარეების ნედლეული და პროდუქტი არ ჩამოუვარდება ველური და ჩვეულებრივი ტექნოლოგიით გამრავლებული მცენარეებისაგან მიღებულ პროდუქტს;

5. ველური მაყვლის ნაყოფები შეიცავს 8,83%-მდე პექტინოვან ნივთიერებებს, კულტივირებული ჯიშები 6,5%-მდე, ხოლო in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული 6,42%-მდე;

6. ველური მაყვლის ნაყოფი შეიცავს საერთო შაქრებს 5,17%-მდე, ხოლო რედუცირებულ შაქრებს - 4,37-მდე, კულტივირებულ მაყვალში საერთო შაქრები 4,56%, რედუცირებული შაქრები - 3,86-მდე, in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვალში საერთო შაქრები 5,96% და რედუცირებული შაქრები 5,25%-მდე, აღნიშნულ ნაყოფებში შემავალი შაქრების შემცველობა გულისხმობს, რომ მაყვალი დაბალ კალორიულია, in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მცენარეები ხარისხობრივი მაჩვენებლებით არ ჩამოუვარდებიან ჩვეულებრივ კულტივირებულ ჯიშებს.

7. მაყვლის ნაყოფებში გლუკოზა და ფრუქტოზა წარმოადგენდა დომინანტ შაქარს, ხოლო სხვა შაქრები - საქაროზა, მალტოზა ნაპოვნია კვალის სახით. უმწიფარ ვარდისფერი ფერის ნაყოფში გლუკოზისა და ფრუქტოზის რაოდენობა გაცილებით ნაკლებია მწიფე ნაყოფთან შედარები. შაქრების საერთო რაოდენობა მატულობს ნაყოფის დამწიფების პარალელურად. ნაყოფებში ფრუქტოზის მომატებული რაოდენობა და დაბალი მჟავიანობა მას სპეციპიკურ სასიამოვნო გემოს ანიჭებს. ჯიშების მიხედვით მაყვლის საკვლევ ნიმუშებში არ ფიქსირდება მნიშვნელოვანი სხვაობა გლუკოზისა და ფრუქტოზის შემცველობას შორის.

8. მაყვლის ნაყოფები შეიცავენ მეორადი მეტაბოლიტების ჯგუფის ნაერთებს ანტოციანებს, ისინი დასაშვებია, როგორც საკვები დანამატი (E-163). ველური მაყვლის ნაყოფებში ანტოციანები უფრო მეტი რაოდენობითაა, ვიდრე კულტივირებულსა და in vitro მაყვლის ნაყოფებში. ასევე მწიფე ნედლ ნაყოფში ანტოციანები ბევრად აღემატება ფლავონოლების შემცველობას. მშრალ ნაყოფში ეს მაჩვენებელი რამდენადმე კლებულობს, ნაყოფის გაშრობის შედეგად ნაყოფში იცვლება ფენოლკარბონმჟავების და ანტოციანების რაოდენობაც. გაშრობის დროს ჩამოთვლილი ფენოლური ნაერთების შემცველობა მცირდება, თუმცა შრობის შერჩეული რეჟიმით შესაძლებელია ანტოციანების რაოდენობა მაქსიმალურად იქნას შენარჩუნებული (90 %-მდე), რაც პრეპარატებში მშრალი მასის უშუალოდ გამოყენების საშუალებას იძლევა.

9. ანტოციანების მაღალი შემცველობით კულტივირებულ და ველურ მაყვალს შორის გამოირჩევა ველური მაყვალი. in vitro, ველური და კულტივირებული მაყვლის მწიფე ნედლ ნაყოფში მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრამაზე (მწსქ) იდენტიფიცირებული იქნა მხოლოდ ერთი - დომინანტი ნაერთი ციანიდინ-3-გლუკოზიდი. კვლევის შედეგებით ანტოციანების მთლიანი შემცველობით ველური მაყვლის შემთხვევაში 72,02%, in vitro მაყვლის 55,59%, ხოლო კულტივირებული მაყვლის 19,72% . შეგვიძლია ვივარაუდოთ რომ, მიუხედავად ველურ მაყვალში ანტოციანების მაღალი შემცველობისა, in vitro მაყვლის ნაყოფი ანტოციანების დამაკმაყოფილებელ რაოდენობას შეიცავს, თუ გავითვალისწინებთ იმასაც რომ აღნიშნული ტექნოლოგიით მიღებული ნერგი ვირუსებისგან გასუთავებულია, რაც წინა პირობაა იმისა, რომ ისინი მაღალი და ხარისხიანი მოსავლიანობით გამოირჩევა, in vitro მეთოდით გამრავლებული ნერგები ეკონომიკურად მომგებიანია.

10. მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით მაყვლის ნაყოფში ორგანული მჟავების იდენტიფიცირებისას ძირითადი მჟავები აღმოჩნდა მჟაუნმჟავა, ვაშლმჟავა, ასკორბინის მჟავა და ლიმონმჟავა. მაყვლის მწიფე ნაყოფში ნაკლები დაფიქსირდა, ვიდნე უმწიფარ ნაყოფში.

11. მაყვლის გაყინულ ნაყოფებში (-45^0 C-ზე) C ვიტამინის განსაზღვრისას მაღალი შემცველობით გამოირჩევა in vitro მაყვალის ნაყოფები - 36%-ით, ველურ მაყვალი 26%-ით, ხოლო კულტივირებული მაყვალი 15%-ით.

12. ანტიოქსიდანტური აქტივობა განსაზღვრული იქნა ველური მაყვლის, ასევე კულტივირებული და in vtro ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვლის გაყინულ ნაყოფებში. აღნიშნული კვლევით ანტიოქსიდანტური აქტივობა ველურ მაყვალში 46,11%-ია, in vtro მაყვალში 44,3%-ია, ხოლო კულტივირებულ მაყვალში 42,9%-ი. მიღებული შედეგებით in vtro ტექნოლოგიით გამრავლებული მაყვალი ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლით მცირედ ჩამოუვარდება ველურ მაყვალს.

13. ანტიოქსიდანტური აქტივობა მაღალია მაყვლის ნედლი ნაყოფის ველურ ფორმებში ქედის და ონის რაიონებში, რაზეც გავლენას ახდენს უსათუოდ ზღვის დონიდან არეალის მდებარეობა, in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებულ და კულტივირებულ მაყვალში ოზურგეთის რაიონში.

14. მაყვლის ფოთლების შრობა უნდა დაიწყოს მოკრეფის დამთავრებისთანავე, დაყოვნება აუარესებს ნედლეულის ხარისხს და გარეგნობას; ტოტების ბუნებრივი შრობის ტექნოლოგიის უპირატესობას ხელოვნური შრობის ტექნოლოგიასთან შედარებით წარმოადგენს მისი სიმარტივე და ეკონომიურობა. ბუნებრივი შრობა არ მოითხოვს სპეციალური საშრობი საკნების და ბოენერგეტიკული დანადგარების მოწყობას, არ იხარჯება საწვავი და ელექტროენერგია. მაგრამ ბუნებრივი შრობის უდიდეს ნაკლს წარმოადგენს შრობის ხანგრძლივობა, ამასთან იგი მთლიანად დამოკიდებულია მეტეოროლოგიურ პირობებზე. გარდა ამისა, ფოთლის შრობა ხშირად მიმდინარეობს კუსტარულ პირობებში ელემენტარული სანიტარულ - ჰიგიენური პირობების დაცვის გარეშე.

15. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ in vitro ტექნოლოგიით გამრავლებული მცენარეების ნედლეული და ნაყოფები ხარისხობრივი მაჩვენებლებით არ ჩამოუვარდება კულტივირებულ ჯიშებს. ზოგ შემთხვევაში ველურ ფორმებში აღნიშნული ტესტები სჭარბობს, რაც აიხსნება ეკოსისტემის პარამეტრების გავლენით. ამიტომაც ვაძლევთ რეკომენდაციას მცენარეთა in vitro გამრავლების ტექნოლოგიას.

გამოქვეყნებული ნაშრომები

1. დევაძე დ. კაჭარავა თ. - Физиологические Особенности Лекарственных, Ароматических и Пряных Растении - საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია ,,გლობალური დათბობა და აგრობიომრავალფეროვნება'', სსმმ აკადემია, თბილისი, 2015 გვ. 170-173;
2. დევაძე დ., კაჭარავა თ., ვერულიძე გ., - მცენარეთა in vitro კულტივირების მეთოდები, ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის შრომები, ტ. IX-X, თბილისი, 2015. გვ. 278-288;
3. დევაძე დ., კაჭარავა თ. - კულტივირებული და in vitro მეთოდით გამრავლებული მაყვლის (Rubus fruticosus) თავისებურებანი, სსმმ ეროვნული აკადემია, ,,საქართველოს ფიტოგენეტიკური რესურსი და მისი გაუმჯობესების ინოვაციური ტექნოლოგიები" გ. ,,აგრო", თბილისი, 2016. გ.22-29 . www . gaas. Dsl.ge;
4. დევაძე დ., კაჭარავა თ. - მაყვლის ქიმიური შემადგენლობა და სამეურნეო მნიშვნელობა - საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია ,,ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიები სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარებისათვის'', სსმმ აკადემია, თბილისი, 2016. გ. 103-106, www . gaas. Dsl.ge;
5. დევაძე დ., კაჭარავა თ. - საქართველოს ეკლესია და სასარგებლო მცენარეები. სს კონფერენცია მიძღვნილი ი. ფრანგიშვილის იუბილესადმი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2015. გ. 674-677.
6. დევაძე დ., კაჭარავა თ. - კენკროვანი კულტურების in vitro გამრავლების ტექნოლოგია. სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი ,,მეცნიერება და ტექნოლოგიები. 2017 ¹2 (725) გვ. 83-89.
7. დევაძე დ., კაჭარავა თ. - მაყვლის (Rubus fruticosus) ბიოლოგიური თავისებურებანი. სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი ,,მეცნიერება და ტექნოლოგიები. 2017 ¹3 (726) გვ. 75-78.

Abstract

The United Nations Organization forecasts a sharp increase of the world population, at the same time the processes in the world together with the global climate changes create additional challenges from the point of view of adequate quantity of population and its provision with quality food. Obviously, Georgia as a part of global economy cannot stay beyond the existing processes. Berries play a critical part in provision of population with products. Their fruits are distinguished with high content of biologically active substances, are a dietary product and very remarkable raw material for processing industry. Small fruits (berries) are a necessary component of balanced meal for people. The physiological norm of annual consumption of small fruits for one man is 90-100 kilograms. Therefore planting of berries and development of the industry for processing of their fruit is one of important directions of agricultural activity. However now advantage is given to cultural forms, which planting and maintenance in the conditions of modern agricultural engineering is more convenient and profitable, and demand on fruit is very high both in domestic and world markets.

The clonal micropropagation of plants in the In vitro culture, i.e. Rubus fruticosus propagation of plant by the method of tissue culture is the up-to-date technology that has a number of advantages in comparison with the traditional methods of growing of planting material. New innovative technology will be used in massive production of berry cultures, in their number, of saplings of everbearing blackberry. Practical importance of microclonal propagation of plants is the production of planting material decontaminated from viruses and with high coefficient of propagation. As it is known, plants diseased with viruses, in their number small fruit are low yielders.

It is necessary to establish in Georgia a modern system of reproduction of small fruit, including everbearing blackberry; existence (propagation, rejuvenescence) in research laboratory of test-tube plants is its initial stage. Saplings obtained in Georgia are cheaper in comparison with imported ones. A collection of the In vitro test-tube plants of everbearing blackberry obtained by the modern biotechnological method will be also established. The obtained results also will allow preserving of biodiversity of local forms. Using of new biotechnological method spread in the world will allow obtaining of planting material of best quality that will promote a development of this industry of agriculture in Georgia.

The In vitro collection produced by us and test-tube plants of everbearing blackberry will be available for farmers; therefore the dissertation as big applied potential, viability, scientific novelty, topicality and importance.