

სსიპ - ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი
ქიმიის დეპარტამენტი



მერი ხახუტაიშვილი

ოჯ. Vacciniaceae-ს სახეობებისა და ინტროდუცირებული
ჯიშების ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები

(წარდგენილია ქიმიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
სპეციალობა: ბუნებრივ ნაერთთა ანალიზი)

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ასოცირებული პროფესორი
ბიოლოგიის დოქტორი
მ. ვანიძე

ბათუმი - 2022

„როგორც წარდგენილი სადისერტაციო ნაშრომის ავტორი, ვაცხადებ, რომ ნაშრომი წარმოადგენს ჩემს ორიგინალურ ნამუშევარს და არ შეიცავს სხვა ავტორების მიერ აქამდე გამოქვეყნებულ, გამოსაქვეყნებლად მიღებულ ან დასაცავად წარდგენილ მასალებს, რომლებიც ნაშრომში არ არის მოხსენიებული ან ციტირებული სათანადო წესების შესაბამისად“

მერი ხახუტაიშვილი

დისერტაციის კვლევითი ნაწილი შესრულდა პროექტის ფარგლებში, რომელიც განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი AP/96/13 და FR/335/10-160/14).

სარჩევი

შესავალი	5
1. ლიტერატურული მიმოხილვა.....	9
1.1. ფენოლური ნაერთების გავრცელება მცენარეებში და მათი ფიზიოლოგიური აქტივობა	9
1.2. მოცვისებრთა გვარის (Vaccinium) ბიოლოგიური დახასიათება	23
2. ექსპერიმენტული ნაწილი.....	40
2.1. კვლევის ობიექტი	40
2.2. კვლევის მეთოდები	40
3. ლურჯი მოცვის ნაყოფისა და წვენის ტექნიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები.....	50
4. ლურჯი მოცვის ორგანულ ნაერთთა თვისობრივი კვლევა HPLC და UPLC-MS მეთოდით.....	56
4.1. ლურჯი მოცვის ანტოციანების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფითა (HPLC) და ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი (UPLC-PDA-MS) დიფრაქციული არისა და მას-სპექტრული დეტექტორით.....	56
4.2. ლურჯი მოცვის ფენოლკარბონმჟავების კვლევა ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი მას-სპექტრული დეტექტორით UPLC.....	79
4.3. ლურჯი მოცვის ნახშირწყლები და ორგანული მჟავები.....	81
4.4. ლურჯი მოცვის ნაყოფის მაკროელემენტების კვლევა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით.....	88
5. სხვადასხვა ჯიშის ლურჯი მოცვის ნაყოფების საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, ანტოციანებისა და კატექინების რაოდენობრივი ანალიზი და ანტიოქსიოდანტური აქტიურობა.....	92
6. კავკასიური მოცვის (Vaccinium arctostaphylos L) ნაყოფის ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების კვლევა.....	98
7. კავკასიური (Vaccinium arctostaphylos L) და ლურჯი მოცვის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება შენახვისა და გადამუშავების დროს.....	108

8. დასკვნა.....	117
9. გამოყენებული ლიტერატურა.....	121

შესავალი

თემის აქტუალობა. უკანასკნელ წლებში სოფლის მეურნეობა დაინტერესებულა ისეთი კულტურებით, რომელიც ტრადიციულ, მაგრამ დაბალშემოსავლიან კულტურებთან შედარებით მცირემიწიან ფერმერებს სერიოზულ ეკონომიკურ ეფექტს მოუტანს. სწორედ ასეთი მცენარეს მიეკუთვნება ლურჯი მოცვი. ლურჯი მოცვის გაკულტურება დაიწყო მე-19 საუკუნის ბოლოს და მე-20 საუკუნის 80-იან წლებში უკვე 45 ჯიში გავრცელებულდა რამოდენიმე ქვეყანაში. დღეისათვის ლურჯი მოცვი გაშენებულია როგორც აშშ-ში, კანადასა და ევროპაში, ასევე ახალ ზელანდიაში, ავსტრალიაში, იაპონიაში, უკრაინაში და სხვა ქვეყნებში. რატომ არის ლურჯი მოცვი ასეთი პოპულარული მსოფლიოში? ის საინტერესოა არა მარტო მისი საგემოვნო თვისებებით, არამედ მისი ქიმიური შედგენილობით. ამ საკითხებზე მრავალი კვლევაა ჩატარებული უცხოეთში, მაგრამ საქართველოში ამ მიმართულებით კვლევები თითქმის არ ჩატარებულა, თუ არ ჩავთვლით ჩვენი ჯგუფის მიერ ჩატარებულ რამოდენიმე მოსინჯვით სამუშაოს.

ლურჯი მოცვის წარმოების ღირებულების ჯაჭვი, მოყვანიდან დაწყებული პროდუქციის რეალიზაციით დამთავრებული იმის საშუალებას იძლევა რომ ის იყოს რენტაბელური მცენარე. ფერმერს შეუძლია, ცუდი გეოგრაფიული მდებარეობით გამორჩეულ და მძიმე ტექნიკისთვის მიუდგომელ (სწორედ ასეთი ფართობის ნაკვეთები აქვს აჭარელ ფერმერთა 90%-ს) ნაკვეთებზე, ბაზარზე რეალიზებადი ლურჯი მოცვის მოსავლის მოყვანა. USAID-ის კვლევაში დასაბუთებულია, რომ დასავლეთ საქართველოში კარგი პოტენციალია ლურჯი მოცვის მოსაყვანად. ამერიკული ლურჯი მოცვი გურიისა და აჭარის მაღალმთიანეთის მქავე ნიადაგსა და კლიმატურ პირობებს კარგად ეგუება, ეს ნიადაგები უმეტესად აუთვისებელია ჩაის ამორტიზირებული პლანტაციების შემდეგ. ამიტომ დასავლეთ საქართველოში შემოტანილი და გაშენებული იქნა 17 ჯიშის მოცვი. ყველა ჯიში სხვადასხვა დროს იძლევა ნაყოფს და მოსავალი 15 აგვისტომდე იკრიფება. ლურჯი მოცვი ბუჩქოვანი, კენკროვანი კულტურაა, რომელიც ლურჯი ფერის მრგვალ ნაყოფს ისხამს. ყინვაგამძლეა, უძლებს -20°C ყინვასაც. ვერ იტანს გვალვას. აუცილებელია მისი მორწყვა. ის დაავადებების მიმართ მაღალი მდგრადობით ხასიათდება. შეიცავს C

ვიტამინს და მთრიმლავ ნივთიერებებს. აქვს ანტიოქსიდური თვისებები. ფართოდ გამოიყენება კულინარიასა და ხალხურ მედიცინაში. მაღალი კვებითი და დიეტური თვისებების გამო ის ფართოდ გავრცელდა მსოფლიოში და მომხმარებელთა დიდ ყურადღებას იმსახურებს. კენკრის ორიგინალური, მომჟავო-მოტკბო გემო მის პოპულარობას კიდევ უფრო ზრდის. მას იყენებენ, როგორც ნედლად, ასევე გაყინულს და ჩირის სახით.

მცენარე ცოცხალი ორგანიზმია, ამიტომ გარემო პირობების შეცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს გარკვეული მიმართულებით ქიმიური შედგენილობის ცვლილება. აქედან გამომდინარე აქტუალურია ლურჯი მოცვის შემოტანილი ჯიშების გარემოსთან ადაპტირების შემდგომი ქიმიური ანალიზი. ფართო მასშტაბიანი კვლევების ჩატარება აუცილებელია იმის დასადგენად, თუ რა უპირატესობა გააჩნია შემოტანილ სახეობებს ადგილობრივთან შედარებით. ჯიშები მოსავალს იძლევიან სხვადასხვა პერიოდში, ამიტომ მნიშვნელოვანია ნაყოფების ანალიზი ჩატარდეს მცენარის ვეგეტაციის სხვადასხვა დროს სიმწიფის ხარისხისა და ვადების დასადგენად. ის ნივთიერებები, რომლებიც განსაზღვრავენ მოცვის სამკურნალო, სასარგებლო თვისებებს არიან ფენოლური კლასის ლაბილური ბუნების ნაერთები, ამიტომ მნიშვნელოვანია ნიმუშების აღება და მისი ანალიზი შრობის, ნედლად შენახვის, გაყინვისა და გადამუშავების დროს. საქართველოში მოყვანილი ლურჯი მოცვი განსაკუთრებული გემოთი გამოირჩევა და ევროპის ბაზარზეც დიდი მოწონებით სარგებლობს.

კვლევის მიზანს წარმოადგენს საქართველოში გავრცელებული ადგილობრივი ველურად მზარდი და ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის ჯიშების ორგანულ ნაერთთა თვისობრივი კვლევა HPLC და UPLC-MS მეთოდით: ანტოციანების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია; ორგანული მჟავების, ფენოლკარბონმჟავების, მონო და პოლისაქარიდების კვლევა. მოცვის საერთო ფენოლების, ფლავონოლების, კატექინების, ანტოციანების რაოდენობრივი ანალიზი და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა; ლურჯი მოცვის ნედლი ნაყოფის პექტინური ნივთიერებების კვლევა; მოცვის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება შენახვისა და გადამუშავების დროს.

კვლევის ობიექტი. კვლევის ობიექტს წარმოადგენს დასავლეთ საქართველოში, კერძოდ იმერეთსა და აჭარაში გავრცელებული ადგილობრივი კავკასიური მოცვისა *Vaccinium arctostaphylos* L და ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის 17 ჯიშის ბლუკროპის, ელიზაბეტის, რეკას, ბლუგოლდის, დიუკის, სანრაისის, ბერკლის, სპარტანის, მისტის, ლეგასის, ტოროს, ბრიგიტა-რეის, ჩანდლერის, ონეილის, ბლურეის, ერლიბლუსა და პატრიოტის ნაყოფები.

მეცნიერული სიახლე. HPLC–UV,Vis,RI, Conductivity და UPLC-PDA-MS მეთოდებით დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის 17 ჯიშიდან და ადგილობრივი მოცვიდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია ფენოლური ნაერთები, ორგანული მჟავები და ნახშირწყლები. განსაზღვრული და შედარებული იქნა საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, კატექინებისა და ანტოციანების თვისობრივი შედგენილობა და რაოდენობრივი შემცველობა. შემუშავებული იქნა ნედლეულის შენახვის რეჟიმები და გადამუშავების სხვადასხვა ტექნოლოგია, აგრეთვე მათი ბიოქიმიური მახასიათებლები და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა. პირველად საქართველოში ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა ოჯ.*Vacciniaceae*-ს ინტროდუცირებული და აბორიგენული ჯიშისა და სახეობის მოცვის ქიმიური და ბიოქიმიური კვლევა - ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და თანამედროვე ინსტრუმენტალური მეთოდებით. ამ კვლევებით მიღებული შედეგებით შეიძლება მოვახდინოთ მცენარეთა პასპორტიზაცია. საინტერესოა ინტროდუცირებული ჯიშებში ნაერთთა განსხვავებული რაოდენობრივი მაჩვენებლები, რაც გამოწვეულია გარემო, აგრო-ეკოლოგიური და გეოგრაფიული პირობების გავლენით. მიღებული შედეგების დამუშავებითა და შეჯერებით შესაძლებელი გახდება რეგიონისათვის მეცნიერულად გამართლებული, მისადაგებული მცენარეების შერჩევა.

აღნიშნულ კვლევებს აქვს არა მარტო სამეცნიერო, არამედ პრაქტიკული და სოციალური ღირებულება. კერძოდ: შესაძლებელი იქნება მცირე საწარმოებისა და მომხმარებელთათვის ნედლეულის გადამუშავებისა და მოხმარებისათვის საუკეთესო ფორმების, ხოლო ფარმაცევტული მრეწველობისათვის-ახალი

სანედლეულო მასალის მიწოდება, რომლებშიც მაქსიმალურად იქნება შენარჩუნებული ნაერთთა სასარგებლო ბიოაქტივობა. ასევე ეს გახდება დამატებითი შემოსავლის წყარო, იქნება ადგილობრივი, ძირითადად მაღალმთიანი და მცირემიწიანი რეგიონის მცხოვრებლებისათვის. ჯიშების შერჩევას გათვალისწინებული უნდა იყოს არა მარტო კარგი საგემოვნო თვისებები, არამედ ის უნდა გამოირჩეოდეს ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების მაღალი შემცველობით. დღემდე საქართველოში ასეთი ინფორმაცია არ არსებობდა. მიღებული კვლევის შედეგებით კი შეიქმნა საინფორმაციო მეცნიერული ბაზა. კვლევის შედეგად მიღებული დასკვნების გარეშე შეუძლებელია ინტროდუცირებულ მცენარეთა რეგიონში შემდგომი გავრცელება და გაშენება. მოცვის ნაყოფების მეცნიერული კვლევის შედეგები ხელს შეუწყობს ფერმერებს გაამსხვილონ მოცვის პლანტაციების ფართობი და მოსავლის გასაყიდი პარტიების მოცულობა. საქმიანობის სწორად დაგეგმვისა და კარგი მენეჯმენტის პირობებში ლურჯი მოცვის პლანტაცია ძალიან მომგებიანია და მას მცირემიწიანი ფერმერებისთვის სერიოზული ეკონომიკური ეფექტის მოტანაც შეუძლია.

სამუშაოს აპრობაცია. კვლევის შედეგები ასახულია 3 სამეცნიერო სტატიასა და 3 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის მასალებში.

დისერტაციის მოცულობა და სტრუქტურა. დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაციის გაფორმების ინსტრუქციის მიხედვით - დისერტაცია შედგება 133 ნაბეჭდი გვერდისაგან, მოიცავს სატიტულო და ხელმოწერების გვერდებს, შინაარსს, ცხრილების ნუსხა - 27, დიაგრამა - 14, სქემა - 2, სურათები - 73, გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხა - 122 ერთეული. ძირითადი ტექსტის შემადგენლობაშია: შესავალი, ლიტერატურის მიმოხილვა, შედეგების განსჯა, ექსპერიმენტული ნაწილი, დასკვნა, გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალი.

თავი 1. ლიტერატურული მიმოხილვა

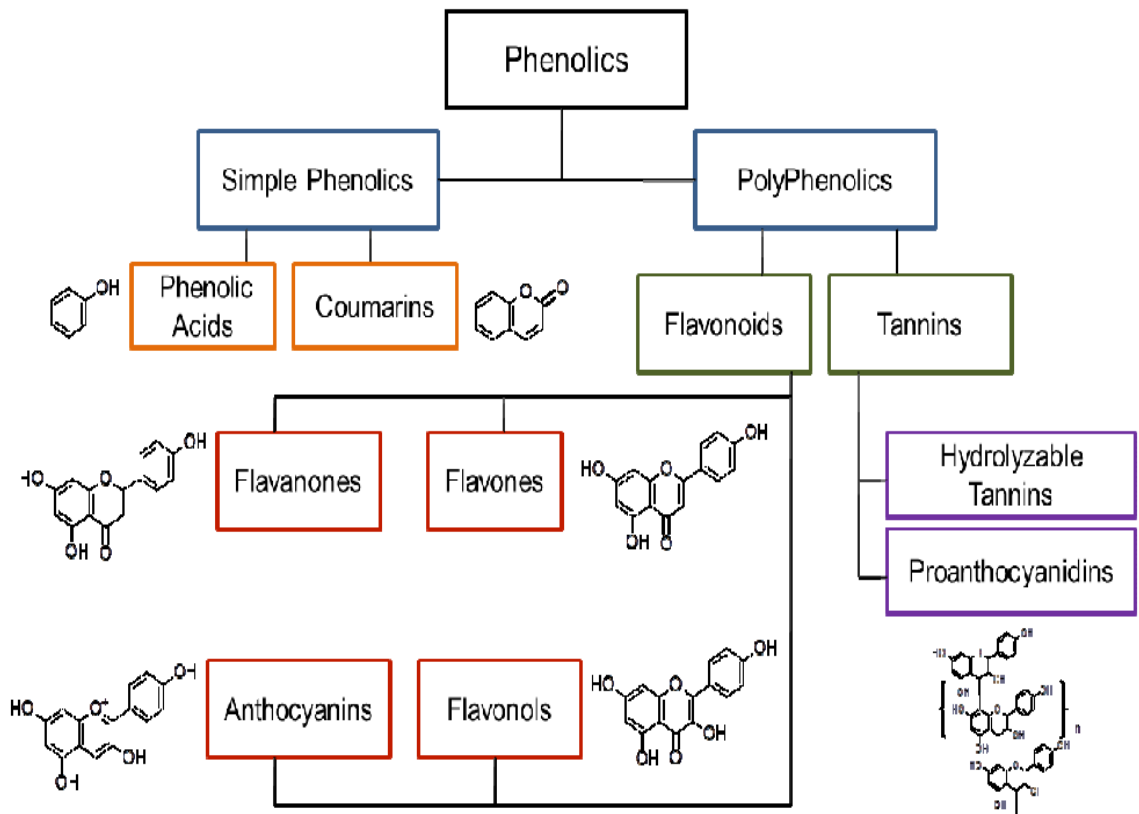
1.1. ფენოლური ნაერთების გავრცელება მცენარეებში და მათი ფიზიოლოგიური აქტიურობა

ფენოლური ნაერთები მცენარეთა მეორადი მეტაბოლიტების მრავალფეროვანი კლასია, რომლებიც მცენარეებში სინთეზირებულია პენტოზური ფოსფატისგან შიკიმატისა და ფენილპროპანოიდული გზით. ფენოლების შემცველობა ხილსა და ბოსტნეულში დამოკიდებულია შინაგან (გვარი, სახეობები, ჯიშები) და გარე (აგრონომიული, გარემო, დამუშავება, შენახვა) ფაქტორებზე. ისინი ფიტოქიმიკატების ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ჯგუფია და აქვთ სხვადასხვა ფუნქციები, მაგალითად ფოთლების, ყვავილებისა და ხილის ფერი, საკვების გემო, ანტიმიკრობული ფუნქცია, სოკოს საწინააღმდეგო ფუნქცია, მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების დაზიანების სკრინინგი, ტოქსიკური მძიმე მეტალებისაგან დაცვა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობით დაცვა თავისუფალი რადიკალებისგან [11, 14, 30, 100].

ფენოლური ნაერთები ბოლო დროს ფართოდ იქნა შესწავლილი მათი ბიოლოგიური ეფექტების გამო, რაც მნიშვნელოვანია ადამიანის ჯანმრთელობისთვის [99]. ეს სასარგებლო თვისებები ძირითადად დაკავშირებულია მათ პირდაპირ და არაპირდაპირ ანტიოქსიდანტურ მოქმედებასთან. ფაქტობრივად, პოლიფენოლებს შეუძლიათ ელექტრონები გადასცენ ჟანგვის სახეობებს, გაანადგურონ თავისუფალი რადიკალები და ხელატი ლითონის იონები [88], მაგრამ ასევე შეუძლიათ ირიბად შეასუსტონ რეაქტიული ჟანგბადის სახეობების (ROS) წარმოება ანტიოქსიდანტური ფერმენტების აქტიურობის გაუმჯობესებით ან ფერმენტების ინჰიბირებით, რომლებიც იწვევენ პროოქსიდანტურ ეფექტს [12].

სტრუქტურულად, ფენოლებს ახასიათებთ 1-6 ნახშირბადოვანი არომატული რგოლისა და ორი ან მეტი ჰიდროქსილის ჯგუფის არსებობა, რომლებიც უშუალოდ უკავშირდება არომატულ რგოლს. მცენარეებში ფენოლური ნაერთები შეიძლება იყოს თავისუფალი სახითაც, მაგრამ ძირითადად ისინი გვხვდება შაქართან ან ცილებთან ერთად [90]. ტერმინი „მცენარეული ფენოლები“ პირობითად იყოფა ორ დიდ ჯგუფად: მარტივი ფენოლები, რომელიც შედგება კუმარინებისა და ფენოლის

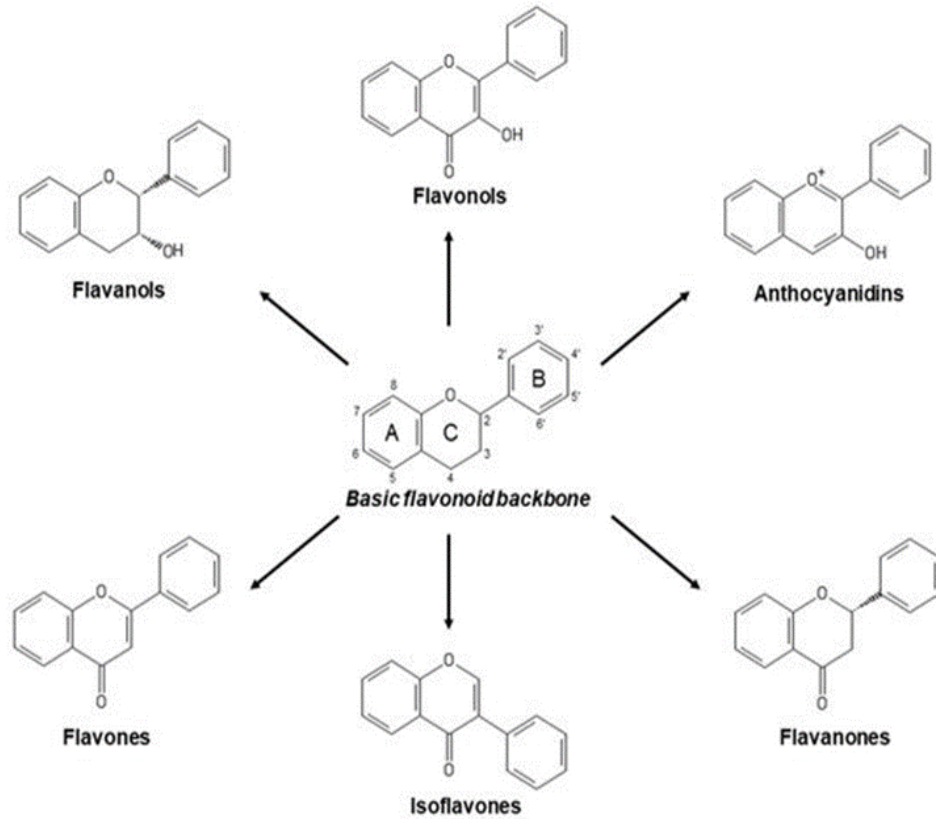
მჟავებისაგან, და პოლიფენოლები, რომელიც მოიცავს ფლავონოიდებს და ტანინებს (სქემა 1). მეორე მხრივ ფენოლები შეიძლება დაიყოს ორ კატეგორიად, ფლავონოიდები და არაფლავონოიდური ფენოლები. ჩვეულებრივ ბუნებაში, არაფლავონოიდური ფენოლები (ფენოლური მჟავები, ლიგნინები, სტილბენები) შეადგენს მთლიანი ფენოლების დაახლოებით ერთ მესამედს, ხოლო ფლავონოიდები (ანტოციანები, ფლავანოლები, ფლავონოლები, ფლავონები, ფლავონები, იზოფლავონები და ტანინები) ორ მესამედს [14, 96, 104, 106].



სქემა 1: ფენოლების სტრუქტურული ორგანიზაცია ბუნებრივ პროდუქტებში.

ფლავონოიდები შეადგენენ ფენოლური ნაერთების ძირითად ჯგუფს, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან, კაროტინოიდთან და ქლოროფილთან ერთად, მცენარეების ლურჯ, მეწამულ, ყვითელ, ნარინჯისფერ და წითელ შეფერილობაზე [55]. მათ აქვთ C₆-C₃-C₆ ჩონჩხი ორი არომატული რგოლით, რომლებიც დაკავშირებულია სამი ნახშირბადის ბმულით [111] (სურათი 1). მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობა დამოკიდებულია ჰიდროქსილის ჯგუფების არსებობაზე, რაოდენობასა და პოზიციაზე ამ ნაერთების ქიმიურ სტრუქტურაში [90]. ფლავონოიდები შეიძლება დაიყოს ექვს ქვეკლასად: ფლავონები, იზოფლავონები,

ფლავონოლები, ანტოციანები, ფლავანოლები და ფლავანონები. მათ შორის განსხვავებები განპირობებულია ჰიდროქსილის ჯგუფების რაოდენობისა და პოზიციების ცვალებადობით, აგრეთვე მათი ალკილირებითა და გლიკოლიზაციით [19] (სურათი 1).



სურათი 1. ფლავონოიდების ძირითადი კლასების სტრუქტურა.

ფლავონები, რომლებიც შეიცავს კეტო ჯგუფს C₄-ზე, ორმაგ კავშირს C₂-სა და C₃-ს შორის და B რგოლს, რომელიც დაკავშირებულია C₂-თან (სურათი 1), წარმოადგენს ძირითად ფლავონოიდურ სტრუქტურებს. აპიგენინი, ლუტეოლინი და მათი გლიკოზიდები ყველაზე უხვი ფლავონებია ხილსა და ბოსტნეულში [32].

იზოფლავონები არის ფლავონები B რგოლით დაკავშირებული C₃-თან (სურათი 1). ეს არის ფიტოესტროგენული ნაერთები, რომლებიც გვხვდება პარკოსან მცენარეებში. გენისტეინი და დაიძეინი მათი ძირითადი წევრები არიან [21].

ფლავონოლები არის ფლავონები, რომლებიც ჰიდროქსილირებულია C₃-ზე (სურათი 1) და ისინი წარმოადგენენ ყველაზე მრავალრიცხოვან ფლავონოიდებს ხილსა და ბოსტნეულში. ამ ქვეკლასში ძირითადი ნაერთებია მირიცეტინი,

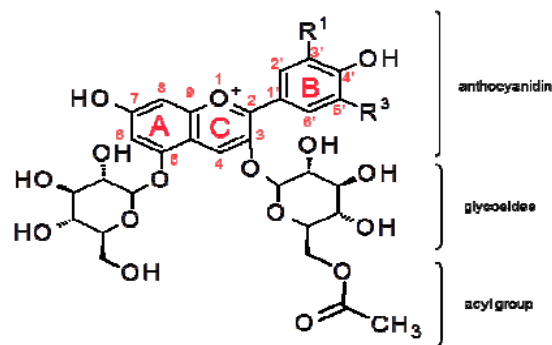
კვერცეტინი და კემპფეროლი [32]. ალუბალი, ყურძენი, გარგარი, წითელი ღვინო, შოკოლადი და სხვადასხვა სახის ჩაი მდიდარია ფლავონოლებით [13].

ფლავანოლები შეადგენენ რთულ ქვეკლასს და მათი უპირატესი ნაერთებია კატეხინი, ეპიკატეხინი, გალოკატეხინი, ეპიგალოკატეხინი, მათი 3-O-გალატები, პოლიმერები და ოლიგომერები. პროანტოციანიდინები ოლიგომერული ფლავანოლებია, მაგრამ მათ პოლიმერულ ფორმას შედედებული ტანინები [32] ეწოდება. ფლავანოლები ხელს უწყობენ შემკვრელობას, სიმწარეს, მჟავიანობას, ნერწყვის სიბლანტეს, არომატს და ფერს საკვებში [21].

ფლავანონები ქმნიან ყველაზე პატარა ქვეკლასს. ისინი ძირითადად გვხვდება ციტრუსებში. ჰესპერიდინი პასუხისმგებელია ფორთოხლის წვენში მჟავე გემოზე, ხოლო ნარინგინს უფრო ტკბილი გემო აქვს [21].

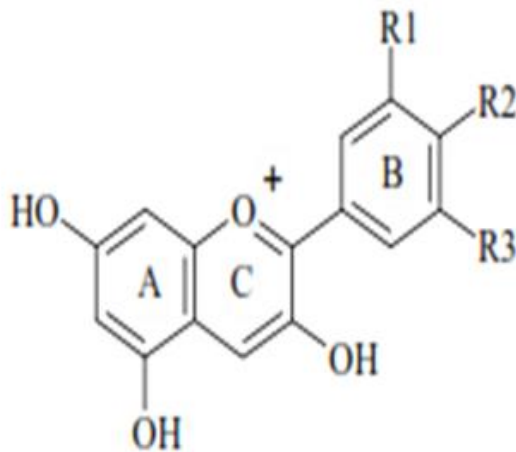
ფლავონოიდების ერთ-ერთ უნიკალურ დიდ ჯგუფს წარმოადგენს წყალში ხსნადი **ანტოციანები**. ანტოციანები არიან პოლიფენოლები, მეორადი მეტაბოლიტები, სინთეზირებული თითქმის ყველა უმაღლეს მცენარეთა ნაწილებში და ნაწილობრივ პასუხისმგებელია ხილისა და ბოსტნეულის ყვავილების, ფოთლებისა და ნაყოფების იისფერ, ლურჯ და წითელ შეფერილობაზე.

ანტოციანების ძირითად სტრუქტურას წარმოადგენს C₆-C₃-C₆ ჩონჩხი, რომელიც შედგება ბენზოპირანისაგან, სადაც ფენოლური ჯაჭვი დაკავშირებულია პირანთან მე-2 პოზიციაში და ფლავილიუმ კათიონის სახელწოდებითაა ცნობილი. ის შედგება A, B და C რგოლებისაგან, სადაც A რგოლს წარმოადგენს ბენზოლი, B -ს ფენოლის რგოლი, ხოლო C-ს პირანი. ანტოციანები ფლავონოიდის სხვა ჯგუფებისაგან განსხვავდება არომატულ რგოლში არსებული ჟანგბადის დადებითი მუხტით (სურათი 2).



სურათი 2. აცილირებული ანტოციანის დიგლუკოზიდის ზოგადი სტრუქტურა.

ანტოციანები ძირითადად გლიკოზირებულია A – C ჯაჭვში 3, 5 და 7 პოზიციებში და, იშვიათ შემთხვევაში, შეიძლება 3, 4 და 5 პოზიციებში B ჯაჭვში. ანტოციანების შემცველი შაქარებია გლუკოზა, რამნოზა, ქსილოზა, გალაქტოზა, არაბინოზა და ფრუქტოზა. ბევრი ანტოციანი უკვე აღმოჩნდა აცილირებული ალიფატური ან არომატული მჟავების მიერ, რომელთაც მიეკუთვნება კუმარინის, კოფეინის, p-ჰიდროქსი ბენზოის, მალონის, ძმრის, ქარვის, მჟაუნმჟავა და ვაშლის მჟავები. რაც საშუალებას იძლევა ანტოციანების უამრავი სტრუქტურული და ფუნქციური სახესხვაობისა. ბუნებაში იდენტიფიცირებულია 600-მდე ანტოციანი [33, 116]. ბუნებაში ყველაზე გავრცელებული ანტოციანიდებია პელარგონიდინი, პეონიდინი, ციანიდინი, მალვიდინი, პეტუნიდინი და დელფინიდინი (სურათი 3), ხოლო ყველაზე გავრცელებული ანტოციანინი არის ციანიდინი-3-გლუკოზიდი [22, 68, 107].

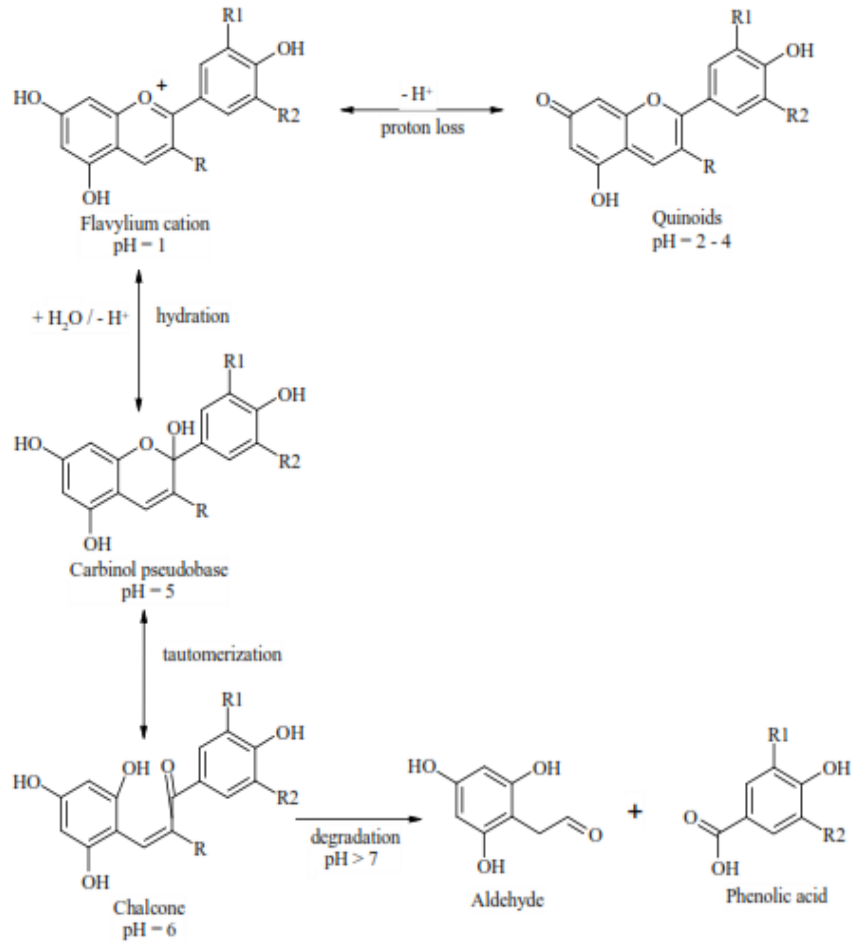


ანტოციანიდინი	R1	R2	R3
პელარგონიდინი	H	OH	H
ციანიდინი	OH	OH	H
დელფინიდინი	OH	OH	OH
პეონიდინი	OCH ₃	OH	H
პეტუნიდინი	OCH ₃	OH	OH
მალვიდინი	OCH ₃	OH	OCH ₃

სურათი 3. ანტოციანიდინის სტრუქტურული ფორმულა.

ანტოციანებს ენიჭება ვარდისფერი, წითელი, ლურჯი ან მეწამული ფერი pH-ის შესაბამისად (სურათი 4). როდესაც pH 1-ის ტოლია ფლავიუმის კათიონი არის უპირატესი, რაც ხელს უწყობს მეწამულ და წითელ ფერებს. როდესაც pH 2-დან 4-მდეა ჭარბობს ქინოიდური ლურჯი სახეობები. pH-5-დან 6-მდე შეიძლება შეინიშნოს ორი უფერო კარბინოლის ფსევდობაზა და ქალკონი. pH 7-ზე კი ანტოციანები დეგრადირდება. ამასთან, ანტოციანები ძალზე არასტაბილური და მგრძნობიარეა. მათ სტაბილურობაზე გავლენას ახდენს არა მხოლოდ pH, არამედ გამხსნელები, ტემპერატურა, კონცენტრაცია, ჟანგბადი, შუქი და ფერმენტები. კო-პიგმენტაცია არის

ანტოციანინის ფენომენი, რომელშიც თანმხლები ნაერთების არსებობა, როგორცაა სხვა ორგანული ნაერთები (მაგ. ფლავონოიდები, ალკალოიდები, ამინომჟავები, ცილები, ნუკლეოტიდები, პოლისაქარიდები) ან მეტალის იონები ქმნიან მოლეკულურ ან რთულ ასოციაციებს, წარმოქმნიან მუხტს ან დანამატს ფერის ინტენსივობით [22, 73].

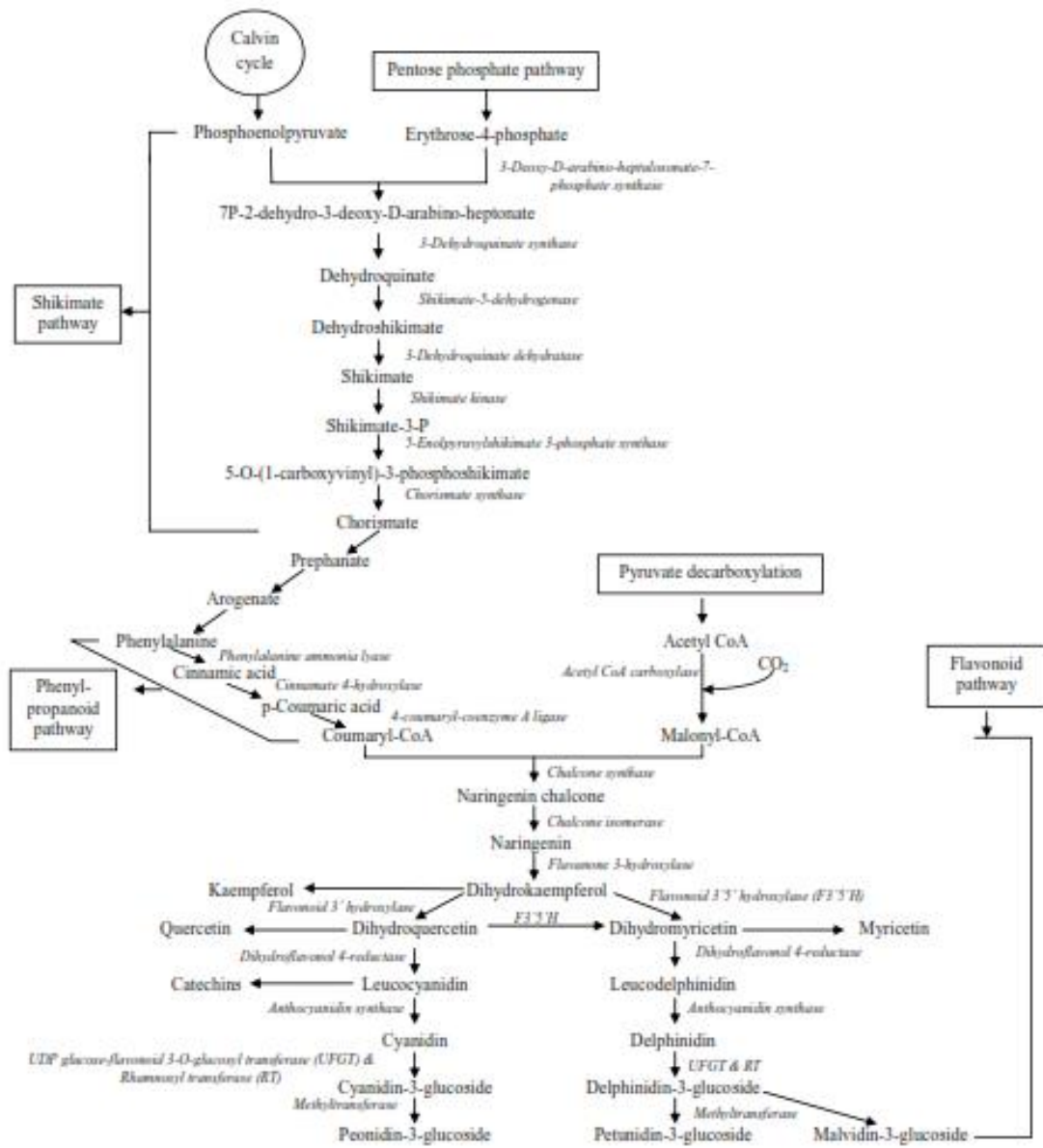


სურათი 4. ანტოციანინის ქიმიური ფორმა დამოკიდებული pH-ზე და დეგრადაციის რეაქცია, როდესაც R = გლიკოზილს, R1 და R2 = H, OH ან OCH₃.

ანტოციანები დიდი რაოდენობითაა, როგორც ველურ, ასევე ლურჯ მოცვში. აღმოჩნდა, რომ ველურ მოცვში მათი შემცველობა უფრო მაღალია, ვიდრე ლურჯ მოცვში [18, 39]. ველურ მოცვში ანტოციანი არსებობს, როგორც კანში, ასევე ნაყოფშიც, მაგრამ ლურჯ მოცვში კი ძირითადად კანში გვხვდება [91]. ამასთან, ანტოციანები მოცვის შემადგენლობაში შემავალი საერთო ფენოლური ნაერთების თითქმის 90%-ს

წარმოადგენს [44]. კენკრებში მათი შემცველობა, როგორც წესი, ფერის ინტენსივობის პროპორციულია და იზრდება ხილის სიმწიფის მიხედვით.

ანტოციანების ბიოსინთეზი მოცვში - ფართო კვლევებია ჩატარებული ანტოციანების სინთეზის მექანიზმზე სხვადასხვა მცენარეში. სხვადასხვა სახეობის ანტოციანინის სინთეზში ჩართული მექანიზმები შეიძლება გარკვეულწილად ერთნაირი იყოს ან ძალიან მსგავსი, მაგრამ არსებობს სახეობებს შორის გარკვეული განსხვავებებიც. ზოგიერთი ანტოციანინი წარმოიქმნება ერთ სახეობაში და არა მეორეში, რაც მნიშვნელოვნად განასხვავებს მათ გზებს [47].



სურათი 5. მოცვის ძირითადი ანტოციანების ბიოსინთეზი.

გენები ჩართული ანტოციანინის სინთეზში იყოფა 2 კატეგორიად: სტრუქტურული გენები, რომლებიც აკოდირებენ ანტოციანინის ბიოსინთეზის ფერმენტს (ქალკონ სინთაზა, ქალკონ იზომერაზა, ფლავანონ-3-ჰიდროქსილაზა, ფლავონოიდ 3'5 ჰიდროქსილაზა, დიჰიდროფლავონოლ 4-რედუქტაზა, ანტოციანიდინ სინთაზა, მეთილტრანსფერაზა) და მარეგულირებელი გენები, რომლებიც აკონტროლებენ სტრუქტურულ გენებს [47]. ანტოციანის ბიოსინთეზი არის პროცესი, რომელიც დაკავშირებულია მრავალ სასიცოცხლო უჯრედულ პროცესთან, მაგალითად კალვინის ციკლი, რომელიც წარმოადგენს ფოტოსინთეზის პროცესის ნაწილს, პენტოზ ფოსფა-ტას გზა, რომელიც მონაწილეობს NADHP-ის წარმოებაში და პენტოზები, რომლებიც ასევე სხვა სასიცოცხლო პროცესების ნაწილია, როგორცაა პირუვატ დეკარბოქსილაცი აცეტილ კოფერმენტ A-ს წარმოქმნით, რაც თავის მხრივ უკავშირდება კრებსის ციკლს. სამი ძირითადი გზა, რომლებიც ანტოციანინების სინთეზს იწვევს, არის შიკიმატის გზა, ფენილ პროპანოიდული გზა და ფლავონოიდური გზა, ეს არის სინთეზის ძირითადი გზები ყველა ფლავონოიდისთვის. შიკიმატის გზა შედგება ფოსფონოლის პიროვატისა და ერთოზა-4-ფოსფატას შერწყმისგან, რომელიც საბოლოოდ ქმნის ქორიზმატის, მრავალი არომატული ნაერთის წინამორბედს, ამინომჟავა ფენილალანინის ჩათვლით [50; 103]. ფენილპროპანოიდულ გზას მივყავართ ფენილალანინის გარდაქმნა სინამინისმჟავას გააქტიურებულ ფორმამდე, კერძოდ კუმარულ კოფერმენტ A [103]. აცეტილ კოფერმენტ A გარდაიქმნება მალონილ კოფერმენტ A - ში აცეტილ კოფერმენტ A კარბოქსილაზას რეაქციით. ფლავონოიდური გზა იწყება მალონილის კოფერმენტ A 3 მოლეკულების კომბინაციით კუმარულ კოფერმენტ A-სთან ქალკონ სინთეზის თანდასწრებით. ფერადი ქალკონი (ნარინგენინ ქალკონი) იზომერიზებულია უფერო იზომერულ ფლავანონებად (ნარინგენი). ეს ფლავანონები გარდაიქმნება დიჰიდროფლავონოლად (დიჰიდროკვარცეტინი, დიჰიდრომირიცეტინი), რომლებიც მოქმედებენ, როგორც წინამორბედი ანტიციანიდების (ციანიდინი და დელფინიდინი) ფორმირებისა. დიჰიდროკემ-ფეროლი არის ძირითადი დიჰიდროფლავონოლი, რომლისგანაც წარმოიქმნება მოცვის ანტოციანები. ანტოციანიდინების ბუნება არასტაბილურია და გლიკოზილაციის

გზით გარდაიქმნება ანტოციანებად. გლიკოზილაცია ხდება ანტოციანინის სინთეზის მოგვიანებით ეტაპზე და ეს არის ეტაპობრივი პროცესი, რომელიც იწვევს უფრო მაღალ გლიკოზილირებულ ფორმებს [45]. ის იწყება შაქრების დამატებით 3-ჰიდროქსილის ნარჩენზე ურიდინის დიფოსფატ – გლიკოზილ - ფლავანოიდის 3 – 0 - გლიკოზილტრანსფერაზას თანადასწრებით. ზოგადად აცელაცია ხდება გლიკოზილირების შედეგად, რაც იწვევს ანტოციანების წარმოქმნას პეონიდინის, პეტუნიდინის და მალვიდინის საფუძველზე, ეს ხდება აცილტრანსფერაზების (მაგალითად მეთილტრანსფერაზა) თანამონაწილეობით. ანალოგიურად გვხვდება სხვა ანტოციანების ფორმირება.

ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ანტოციანების დაგროვებაზე მცენარის სხვადასხვა ნაწილში. ლურჯი მოცვის ქიმიური შემადგენლობის ცვალებადობა დამოკიდებულია კულტივირებასა და ჯიშზე, ადგილმდებარეობასა და გარემო პირობებზე, სადაც ის იზრდება, მცენარეთა სიმწიფის ეტაპზე და მოსავლის აღების დროზე, ისევე როგორც შემდგომ შენახვის პირობებზე. აქედან გამომდინარე, ყოველი კენკრის შემადგენელი თითოეული კომპონენტი და ხარისხი არის უაღრესად ცვალებადი.

კულტივირების პრაქტიკა წარმოადგენს ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორს, რომელიც მოქმედებს ანტოციანების კონცენტრაციის დონეზე მოცვის ნაყოფსა და მცენარის სხვადასხვა ნაწილებში ზრდის პერიოდში. რაც მოიცავს ნიადაგის, კლიმატურ და აგრონომიულ ფაქტორებს. ფერდობი ადგილები, რომლებიც ხელს უწყობს დრენაჟს და ნაკლებად ქარიანი ფართობები კარგად გამომშრალი ნიადაგით [34, 40, 110]. ნიადაგის მახასიათებლების თვალსაზრისით ძირითადი მოთხოვნებია ოპტიმალური pH, რომელიც სასურველია 4-დან 5.2-მდე, რათა უზრუნველყოს საკვები ნივთიერების იდეალური შემადგენლობა მცენარის სათანადო ზრდისთვის და ნაყოფიერებისთვის [110]. ბოლო ათწლეულების განმავლობაში, მოცვის წარმოების გაზრდაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა ისეთმა ფაქტორებმა, როგორცაა - ჰერბიციდების გამოყენება გაზაფხულზე, სარწყავი სისტემის ეფექტური მართვა და სასუქების სწორად გამოყენება. სხვადასხვა ელემენტების, როგორცაა საკვები ელემენტების, მიკროელემენტების მოქმედება ანტოციანების დაგროვების სიჩქარის

თვალსაზრისით არც ისე ნათელია, და არ არსებობს მტკიცებულება ამ ნუტრიენტების როლზე ანტოციანინების ბიოსინთეზში [40, 110].

ლურჯი მოცვის მოსავლის მიღება მაისიდან სექტემბრამდე გრძელდება. გვიან, ივლისში ხილი აღწევს მწიფობის პერიოდს, ხდება სრულიად ლურჯი ან მუქი ლურჯი, და რადგან ხილი გადადის ლურჯ შეფერილობაში, ანტოციანინების შემცველობა იზრდება მასში. ნაყოფის ლურჯი ფერი მიიჩნევა სიმწიფის საუკეთესო კრიტერიუმად [41].

შემოდგომის სეზონის განმავლობაში ტემპერატურის დაწვეა ხელს უწყობს ანტოციანინების წარმოქმნას ფოთლებში, აღმოჩნდა, რომ ანტოციანინები ფოთლებში არის დამცავი მექანიზმის ნაწილი ფოტონიჰიბიტორებისგან, სხვა მექანიზმებთან ერთად [48]. მრავალ მცენარეზე დაკვირვებით [81] ასევე მოცვის შემთხვევაშიც [40, 110], ანტოციანინების დაგროვების სიჩქარე იცვლება სეზონურ ცვლილებებთან ერთად. ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ანტოციანინების დაგროვებაზე, არის ტემპერატურის დაწვეა, საკვები ნივთიერებების უკმარისობა, პათოგენების შეტევა, რაც მას აქცევს დაცვის მექანიზმის სტრუქტურულ ნაწილად.

მოცვის ნაყოფის ფერი კორელაციაშია მასში არსებულ ანტოციანინებთან. ანტიოქსიდანტური აქტიურობა და საერთო ფენოლური შემცველობა, რომელიც მოიცავს ანტოციანინს, დაფიქსირებული მოცვის შთამომავლობაში, აღმოჩნდა, რომ ზომიერად მემკვიდრეობითია [28, 97]. ანტოციანინების შემცველობასა და შესაბამისად ანტიოქსიდანტური აქტიურობაზე გენოტიპური გავლენა უფრო ძლიერია, ვიდრე გარემო პირობების ზეგავლენა [29]. მცენარის მოშენების პროგრამები ორიენტირებულია პროდუქციის გაუმჯობესებაზე, გერმპლაზმის შენარჩუნება სათანადო შერჩევით, ევოლუციით და გავრცელებით, იქნება მნიშვნელოვანი ნაბიჯები [31].

მოცვის ანტოციანინების უპირატესობა და სასარგებლო მოქმედება. ბევრ ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთს ინდივიდუალურად ან კომბინირებულად, გააჩნიათ მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტიურობა. ანტიოქსიდანტები ნივთიერებებია, რომელთაც შეუძლიათ თავისუფალი რადიკალების შებოჭვა. თავისუფალ რადიკალებს აქვთ გაუწყვილებელი ელექტრონები გარე ორბიტაზე, რომელიც იწვევს

მათ არასტაბილურობას და რეაქციისუნარიანობას. სწორედ ანტოციანის ყველაზე მნიშვნელოვანი და საყოველთაოდ გავრცელებული, ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო ეფექტი არის მათი ანტიოქსიდანტური მოქმედება.

ანტიოქსიდანტური მოქმედება: ჟანგბადის 3-დან 5 %-მდე, მოსალოდნელია, რომ გაქრეს მიტოქონდრიული ელექტრონის ტრანსპორტირების დროს, წყლის მთლიანად შემცირების გარეშე. ჟანგბადის შემცირებას მივყავართ დიოქსიდის (O_2) და საბოლოოდ წყალბადის ზეჟანგის (H_2O_2) და ჰიდროქსილის რადიკალს ($-OH$) წარმოქმნამდე [58], რომლებიც ერთად ცნობილია როგორც რეაქტიული ჟანგბადის სახეობები [24]. ადამიანის ორგანიზმი სხვადასხვა ფიზიოლოგიური პროცესის დროს წარმოქმნის თავისუფალი რადიკალების სახეობებს, კერძოდ აზოტის ოქსიდს ($-NO$) რომელიც რეაქტიული ჟანგბადის სახეობებთან რეაგირებისას წარმოქმნის პეროქსინიტრიტს ($ONOO^-$) რომელიც მოქმედებს, როგორც, პოტენციური ჟანგვითი აგენტი, რომელიც ცნობილია, რეაქტიული ნიტროგენის სახელწოდებით, რომლის გადაჭარბებული წარმოება ორგანიზმში იწვევს ოქსიდანტების და ანტიოქსიდანტების დისბალანსს, რაც იწვევს ჟანგვით სტრესს [24], რამაც საბოლოოდ შეიძლება გამოიწვიოს ქსოვილების დაზიანება [42], განსაკუთრებით დნმ-ს, ლიპიდებისა და ცილების [112] და ასევე შეიძლება გამოიწვიოს სხვადასხვა დაავადებები, როგორიცაა გულსისხლძარღვთა დაავადებანი, ნეიროდეგენერაციული დაავადებები, დიაბეტი, რევმატოიდური ართრიტი, სიმსივნე და კატარაქტა. ადამიანის სხეულს გააჩნია დაცვის მექანიზმები თავისუფალი რადიკალებით გამოწვეული დაზიანებების მიმართ, როგორიცაა "ოქსიდაციური სტრესი", მაგრამ ერთობლივი ოქსიდაციური დაზიანება იწვევს სხვადასხვა დაავადებებს. გარდა ამისა, ზოგიერთი საკვები ანტიოქსიდანტები შეიძლება დაეხმაროს ორგანიზმს ოქსიდაციური სტრესით გამოწვეული ზიანის შემცირებაში. ვარაუდობენ, რომ არსებობს ასოციაცია ანტიოქსიდანტებით მდიდარი დიეტასა და დნმ-ის ოქსიდაციური დაზიანების შემცირებას შორის. აქედან გამომდინარე, ანტიოქსიდანტები შეიძლება იყოს პრევენცია სიმსივნური დაავადებების მიმართ [62, 64].

ბიოშელწევადობა - ფაქტორი, რომელიც მოქმედებს ორგანიზმში ანტოციანების აქტივობაზე. ინტერესის კიდევ ერთ საგანს წარმოადგენს ანტოციანების ბიოშელწევადობა. სტრუქტურული მდგომარეობები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ანტოციანების ბიოაქტივობაზე. ხსნარებში ანტოციანები სხვადასხვა ფორმით არსებობს, რაც დამოკიდებულია ხსნარის pH-ზე და ეს ფორმები წონასწორობაშია [27, 43, 73]. pH-2 ან უფრო დაბალი, აღმოჩნდა, რომ ჰემიკეტალური ფორმა არის ყველაზე დომინანტური ფორმა, რომელიც pH-ის მატებასთან ერთად გარდაიქმნება ლურჯ ქინოიდურ ფორმად. ასევე, ნელი ჰიდრატაციის პროცესის შედეგად, ფლავიუმის კათიონი გარდაიქმნება უფრო ჰემიკეტალ ფორმად, რომელიც შემდეგ ტავტომიზდება თავისივე ქალკონის ფორმაში ცის ან ტრანს კონფიგურაციით [27, 73]. ანტოციანები ადამიანის სხეულში, შეიძლება იყოს ნებისმიერი ფორმით რაც მათი ასიმილაციისა და შთანთქმის შესწავლას ძალიან ართულებს. pH-თან ერთად ადამიანის ორგანიზმში არსებული მიკროფლორა შეიძლება იყოს კიდევ ერთი ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს ბიოშელწევადობაზე და შეიძლება გამოიწვიოს ანტოციანების დეგლიკოზილაცია და დემეთილაცია. უმეტეს შემთხვევაში ანტოციანების აბსორბცია ხდება, როგორც გლიკოზიდური ფორმით, ასევე აცილირებული ფორმითაც [72]. აღმოჩნდა, რომ ანტოციანის აბსორბციაზე გავლენას ახდენს აგლიკონი და შაქრიანი ნაწილი [73].

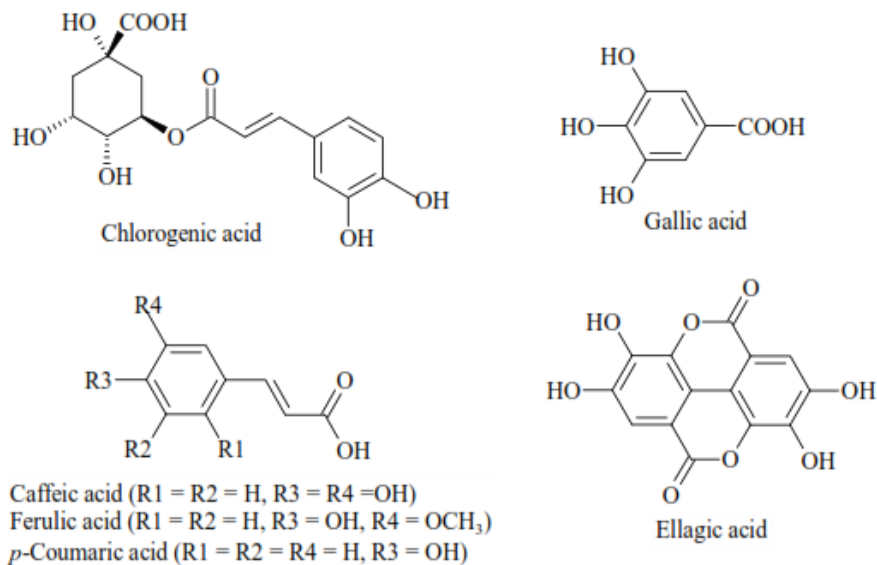
დამუშავებისა და შენახვის გავლენა მოცვის ნაყოფის შემადგენლობაში შემავალი ანტოციანის კონცენტრაციებზე. რამდენიმე ათეული წელია ლურჯმა მოცვმა პოპულარობა მოიპოვა მთელს მსოფლიოში და ბოლო წლების განმავლობაში მისი მოხმარება გაიზარდა არა მხოლოდ ცოცხალი ხილის სახით, არამედ მისი მნიშვნელობა გაიზარდა გადამამუშავებელ მრეწველობაშიც [20]. გადამამუშავების პროცესი გავლენას ახდენს ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტებზე სხვადასხვა გზით, და ჯერ კიდევ უცნობია, რა ცვლილებებს განიცდიან კომპონენტები მოლეკულურ დონეზე სხვადასხვა ტიპის გადამამუშავების ტექნოლოგიის გამოყენების შემდეგ. ლურჯი მოცვი არის სეზონური კულტურა და მისი მწიფობის სეზონი ძირითადად ივლისსა და სექტემბერს შორისაა, მოცვის მთელი წლით სარგებლობისთვის, მისი შენახვა ხანგრძლივი დროით (მაცივარში შენახვა და

გაყინვა) ძალიან მოთხოვნადია, და შესაბამისად მნიშვნელოვანია შენახვის პირობების გავლენა ანტოციანის შემცველობაზე მოცვის ნაყოფში. აღმოჩნდა რომ ის იცვლება, ზოგ შემთხვევაში ანტოციანის შემცველობა იზრდება, ზოგჯერ კი კლებულობს, რაც დამოკიდებულია შენახვის პირობებზე [56, 57]. მოცვის წვენი წარმოება იძლევა შესაძლებლობას, უზრუნველყოს მასზე ხელმისაწვდომობა მთელი წლის განმავლობაში. თუმცა ხილის დამუშავება მოითხოვს მკაცრ-კონტროლირებად მოქმედებებს, რათა უზრუნველყოფილი იყოს ხარისხი [60]. ნედლეულის დანაკარგი შეიმჩნევა საკვების გადამუშავების სხვადასხვა ეტაპზე და უმეტეს შემთხვევაში დანაკარგი გარდაუვალია. ნედლეულის შვიდი პროცენტი იკარგება წვენი მიღებისას ნაყოფის გადამუშავების პროცესში. მაგალითად ფერმენტის მაცერაცია [101]. მოსავლის აღების შემდგომი დამუშავების ეტაპზე არსებობს შესაძლებლობა ანტოციანების დაკარგვისა [58]. ფერმენტი, როგორცაა პოლიფენოლ ოქსიდაზა [86] და ასევე ქლოროგენ მჟავა, რომელიც ზრდის პოლიფენოლ ოქსიდაზას აქტივობას პასუხისმგებელია ანტოციანის შემცირებაზე შენახვისა და დამუშავების დროს [101]. ანტოციანები არ არიან პოლიფენოლ ოქსიდაზას აქტივობის პირდაპირი სუბტრაქტები [27]. პოლიფენოლ ოქსიდაზათი ფენოლური ნაერთების დაჟანგვის შედეგად წარმოქმნილი o - ქინონები იწვევს ანტოციანების სტრუქტურულ დეგრადაციას [53, 54]. დეგრადაცია დამოკიდებულია ანტოციანების სტრუქტურულ თვისებებზე, განსაკუთრებით ჰიდროქსილირებაზე B რგოლში [54].

დადგენილია, რომ ანტოციანები თერმომგრძობიარეა, მათი დეგრადაცია დაფიქსირებულია თერმული დამუშავების დროს [83, 87], განსაკუთრებით 70°C-ზე და ზევით [74]. კოვალენტური ბმების დაჟანგვა და გახლეჩა ან დაჩქარებული ჟანგვის რეაქციები თერმული დეგრადაციის შესაძლო მიზეზად ითვლება. ანტოციანების დეგრადაციის სიჩქარე განსხვავდება კულტივირების ტიპის მიხედვით [15, 83]. მოცვისა და მისი ექსტრაქტების შენახვის ძირითადი მეთოდებიდან გაყინვა გახლავთ ყველაზე უფრო მეტად გავრცელებული შენახვის მეთოდი, (ხანგრძლივი, ანალიტიკური, ექსპერიმენტული შესწავლით), სადაც ანტოციანის შემცველობა მაქსიმალურადაა შენარჩუნებული [65].

რაც შეეხება არაფლავონოიდების კლასს, მიეკუთვნება ფლავონოიდებზე უფრო მცირე და მარტივი ქიმიური სტრუქტურის მქონე ნაერთები. თუმცა, ასევე არსებობს არაფლავონოიდები რთული სტრუქტურით და მაღალი მოლური მასით [32]. ფენოლის მჟავები, კუმარინები, სტილბენები და ლიგნანები ძირითადად ამ ჯგუფს შეადგენენ.

ფენოლური მჟავები - ზოგადად, ტერმინი „ფენოლური მჟავები“ აღნიშნავს ფენოლებს, რომლებიც შეიცავენ ერთ კარბოქსილის ჯგუფს. ფენოლის მჟავები შედგება ორი ქვეჯგუფისაგან, ჰიდროქსიბენზოინის მჟავებისაგან (C₆-C₁, როგორც ძირითადი სტრუქტურა) და ჰიდროქსიცინამინის მჟავებისაგან (C₆-C₃, როგორც ძირითადი სტრუქტურა). ჰიდროქსიბენზოინის მჟავებში შედის ბენზოის, 4-ჰიდროქსიბენზოის, ვანილის, გალის, პროტოკატექიუმის, სირინგის, გენტისის და სალიცილის მჟავები, ხოლო ჰიდროქსიცინამინის მჟავებში შედის სინამინის, O-კუმარინის, M-კუმარინის, P-კუმარინის, ფერულის, სინაპინისა და კოფეინის მჟავა [11, 14, 104]. მოცვის შემადგენლობაში ნაპოვნია სხვადასხვა ფენოლური მჟავები (სურათი 6) ქლოროგენის, კოფეინის, ფელურის, 3-კუმარული, გალისა და ელაგინის მჟავები. ქლოროგენის მჟავა არის ესტერი, რომელიც წარმოიქმნება კოფეინის მჟავას და ქვინის მჟავას შორის, ხოლო ელაგიური მჟავა არის 2 გალის მჟავას ესტერი. სინამდილეში ეს არის ჰექსაჰიდროქსიდიფენინის მჟავას დილაქტონი.



სურათი 6. ფენოლური მჟავების სტრუქტურული ფორმულა.

1.2. მოცვისებრთა გვარის (*Vaccinium*) ბიოლოგიური დახასიათება

მოცვი (ლათ *Vaccinium*) მცენარეთა გვარია მანანასებრთა (*Ericaceae*) ოჯახისა, რომელიც მოიცავს დაახლოებით 450-მდე ჯიშს [66]. *Ericaceae* ოჯახი აერთიანებს ფართო ჯგუფს მცენარეებისა, რომლებიც ძირითადად ბუჩქოვანია და იზრდება მყავე ნიადაგზე. *Vaccinium* გვარი აერთიანებს ბევრ პოპულარულ კენკრას, რომლებიც ფართოდ მოიხმარება მსოფლიოში. ის გავრცელებულია მხოლოდ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, არქტიკიდან ხმელთაშუა ზღვამდე, კერძოდ გვხვდება ევროპული ნაწილის ჩრდილოეთ და შუა ტყის ზონაში, კავკასიის სუბალპური სარტყლის ზოგიერთ რაიონში. იზრდება ნამკნარ, ფიჭვნარ და შერეულ ტყეებში, მეტწილად ტენიან ადგილებში, ხშირად წარმოქმნის დიდ კორდს, რაც მეტად ხელსაყრელი პირობაა ნაყოფის დასამზადებლად. კულტივირებულია რამდენიმე ქვეყანაში, ძირითადად ამერიკის შეერთებულ შტატებში, ჰოლანდიასა და გერმანიაში.

საქართველოში გავრცელებულია, როგორც დასავლეთის, ისე აღმოსავლეთი ნაწილის მაღალმთიანეთში, ძირითადად სუბალპებში, მაგრამ ძალიან ხშირად ვხვდებით ალპურ სარტყელშიც ზღვის დონიდან 3600 მ სიმაღლემდე [6].

მოცვი მანანისებრთა ოჯახის წარმომადგენელი დაბალი 15-40 სმ სიმაღლის ფოთოლმცვენი ბუჩქია, ნიადაგში ჰორიზონტალურად განლაგებული ფესვურებითა და წიბოებიანი მწვანე ყლორტებით, ნათელი მწვანე ფერის, მოკლეყუნწიანი, პრიალა მოხაზულობით, კვერცხისებრი ან კვერცხისებრელიფსიური, ნაპირებში წვრილ ხერხებილა, 15-25 მმ სიგრძის, ფოთლები ტოტებზე მორიგეობითაა განლაგებული. თავჩაქინდრული, მომწვანო-ვარდისფერი, მომრგვალო, 4-5 კბილიანი, ქოთნისებრ გვირგვინიანი ყვავილები ვარჯში სათითაოდაა გაბნეული ფოთლების იდლიებში [5].

ნაცრისფერ ნაფიფქიანი, 6-8 მმ სიმაღლის, წვნიანი, თავში ოდნავ მოჭყლეტილი, ბურთულისებრ მრგვალი ნაყოფი, იისფერი ხორციანი რბილობითა და მრგვალი 1 მმ-მდე სიგრძის კვერცხისებრი თესლებით [5].

მოცვი მაღალი კვებითი ღირებულების მცენარეა და დღეს წარმოადგენს მკურნალ ველურ დელიკატესს. მოცვის სასარგებლო თვისებები იმდენად მრავალმხრივია, რომ ის არა მხოლოდ კენკრად შეიძლება ჩაითვალოს, არამედ სამკურნალო საშუალებადაც.

როგორც ხალხურ, ასევე ტრადიციულ მედიცინაში ფართოდ გამოიყენება მოცვის ნაყოფი და ფოთლები. მოცვის სასარგებლო თვისებები ადამიანის ორგანიზმისთვის შეუფასებელია. მოცვი ვიტამინებისა და სასარგებლო ნივთიერებების ნამდვილი საბაღია. მის შემადგენლობაში შედის ადამიანის ორგანიზმის სრულფასოვანი ფუნქციონირებისთვის აუცილებელი ნივთიერებები: რძემჟავა, ლიმონმჟავა, მჟაუნმჟავა, ქინაქინმჟავა, ქარვამჟავა და ვაშლის მჟავა. მოცვი მდიდარია მიკრო და მაკროელემენტებით: მანგანუმით, კალიუმით, ფოსფორით, გოგირდით, სპილენძით, თუთიითა და ქრომით, A, C, PP და B ჯგუფის ვიტამინებით, ეთერზეთებითა და მთრიმლავი ნივთიერებებით. მოცვის ნაყოფი შეიცავს შაქრებს (გლუკოზა, ფრუქტოზა). კენკრაში შემავალი რკინა ორგანიზმის მიერ სრულად აითვისება. მოცვი შეიცავს სხვადასხვა ფენოლურ ნაერთებს, მათ შორის ფლავონოლებს (კვერციტინს, კატეხინებს), ტანინებს, ფენოლ მჟავებს. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით შეიცავს ანტოციანებს. ის ერთ-ერთი უმდიდრესი ბუნებრივი წყაროა ანტოციანებისა. მოცვის ანტოციანები გამოიყენება, როგორც ბუნებრივი საკვები საღებავები [16]. პოლიფენოლურმა ნაერთებმა მოცვის მისცა ლურჯი/შავი შეფერილობა და მაღალი ოქსიდანტური აქტიურობა [102].

მთის მოცვი (*Vaccinium Myrtillus*) - ფოთოლმცვენი ბუჩქია, სიმაღლე – 0.4 მ-მდე, ღეროები – შიშველი, წიბოებიანი; ფოთლები – მოკლეყუნწიანი, კვერცხისებური ან ელიფსური, კიდეებზე ხერხისებურად დაკბილული; ყვავილები – მარტომყოფი, მომწვანო - მოვარდისფრო; ნაყოფი – მრავალთესლიანი კენკრა, წვნიანი, მომრგვალო ფორმის, ლურჯი-მოშავო, საკვებად ვარგისი. გავრცელებულია თითქმის მთელ საქართველოში – სუბალპურ და ალპურ სარტყლებში [7].

კავკასიური მოცვი ანუ მაღალი მოცვი (*Vaccinium Arctostaphylos*) - მარადმწვანე ან ფოთოლმცვივანი ნახევარბუჩქი ან ბუჩქი; სიმაღლე 2-4 მ, ყვავილი – მოწითალო-თეთრი ზარისებური, ნაყოფი – შავი კენკრა, მომჟავო-მოტკბო. გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოში და აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთ რაიონში. იზრდება ქვეტყედ ზღ. დ. 2,200 მ-მდე – მეტწილად წიფლნარში, სოჭნარ-ნამცნარში, ფიჭვნარსა და სუბალპურ არყნარში, იშვიათად – დეკიანში (სურათი 7). იყენებენ

ტყავის სათრიმლავად, სამკურნალო საშუალებად. დეკორატიულია. გამოიყენება ბაღებსა და პარკებში. თაფლოვანია [7].



სურათი 7 . კავკასიური მოცვი

მოცვის კულტურა (ველური ფორმა), ნაკლებად მომთხოვნია გარემო პირობებისადმი. იგი ყველა ტიპის ნიადაგზე ხარობს, მაგრამ მაქსიმალურ მოსავალს იძლევა მჟავე ნიადაგებზე. გარეულ პირობებში იგი ხარობს მწირ, ქვალორლიან და ქვიშნარ ნიადაგებზეც. ნაკლებ მომთხოვნია სინათლისა და ტენის მიმართ. გამოიჩევა ზედაპირული ფესვთა სისტემით და ყინვაგამძლეობით. იტანს 20-25°C ყინვას. დღეისათვის მსოფლიოში გაკულტივირებული ჯიშებიდან ყველაზე მეტი გავრცელება ჰპოვა ლურჯი მოცვის სახეობამ. მისი ნერგების გამოყვანა-გამრავლება ხდება უჯრედის კულტურის წესით (სინჯარაში) ლაბორატორიულ პირობებში. ამ მეთოდით მიღებული ლურჯი მოცვის ჯიში საკმაოდ მომთხოვნია გარემო პირობების მიმართ. მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის და მაღალი მოსავლის მისაღებად ნიადაგის აქტიური მჟავიანობა pH უნდა იყოს 4,0-5,5, ხოლო ნაკვეთი კარგად დრენაჟირებული, გაფხვიერებული, განათებული და ტენით უზრუნველყოფილი[1].

ლურჯი მოცვის ისტორია სათავეს მე-19 საუკუნის დასასრულიდან იღებს, როცა ამერიკაში ინტენსიურად დაიწყო მოცვის ველური ფორმების გაკულტურება [67, 113]. მე-20 საუკუნის 80-იან წლებში უკვე დარეგისტრირებული იყო სწრაფად

მზარდი მოცვის 45 ჯიში. საქმეში ერთდროულად იყო ჩართული აშშ-ს 13 შტატის ცნობილი მეცნიერები და კერძო მეზაღეები. დაახლოებით იმავე პერიოდში სელექციური სამუშაოები ინტენსიურად მიმდინარეობდა კანადაშიც. ლურჯი მოცვის პოპულარობა გაიზარდა უკანასკნელი ათწლეულების განმავლობაში მთელი რიგი უპირატესობების გამო. 1990 წელს ლურჯი მოცვი მოყავდათ მხოლოდ 10 ქვეყანაში [105], მაშინ როდესაც 2011 წელს, მისი გაშენება კომერციული მიზნებისთვის მოხდა 27 ქვეყანაში [36]. დღეისათვის ლურჯი მოცვი გაშენებულია როგორც აშშ-ში, კანადასა და ევროპაში, ასევე ახალ ზელანდიაში, ავსტრალიაში, იაპონიაში, უკრაინაში, თურქეთსა და სხვა ქვეყნებში. სამხრეთ კორეა წარმოადგენს ერთ-ერთ ლიდერ ქვეყანას აზიაში მოცვის კულტურის გაშენებისა და წარმოების თვალსაზრისით.



სურათი 8. ლურჯი მოცვი (*Vaccinium Corymbosum*)

ლურჯი მოცვი ყინვაგამძლე, ბუჩქოვანი, კენკროვანი კულტურაა, რომელიც იძლევა ლურჯი ფერის მრგვალ ნაყოფს. ვერ იტანს გვალვას (სურათი 8) ხასიათდება მაღალი მდგრადობით დაავადებების მიმართ. მაღალი კვებითი და დიეტური თვისებების გამო, იგი ფართოდ გავრცელდა მსოფლიოში და მომხმარებელთა დიდ ყურადღებას იმსახურებს. კენკრის ორიგინალური, მომჟავო-მოტკბო გემო კიდევ უფრო ზრდის მის პოპულარობას. იჭმევა ნედლად. ლურჯი მოცვი საზაფხულო მოხმარების კენკრაა და იკრიფება მაისის დასასრულიდან აგვისტომდე. ხასიათდება მკვრივი ნაყოფით, ვიდრე სხვა ნებისმიერი კენკროვანი კულტურა. ლურჯი მოცვის

დარგვა შეიძლება, როგორც შემოდგომაზე, ასევე გაზაფხულზე. ყვავის მაის-ივნისის თვეში, ნაყოფი მწიფდება ივლის-აგვისტოში. განასხვავებენ ლურჯი მოცვის რამდენიმე სახეობას: ჩრდილოეთ მაღალბუჩქოვანი, სამხრეთ მაღალბუჩქოვანი, ნახევრად მაღალბუჩქოვანი და სხვა. მოცვი სიმაღლეში 2 მეტრამდე იზრდება. კენკრის მოსავლიანობა ერთ ბუჩქზე შეადგენს დაახლოებით 8-12 კგ-ს [10].

ზოგადად, ლურჯი მოცვი ცოცხალი ხილის სახით შეიცავს წყალს (84%), ნახშირწყლებს (9.7%), ცილებისა (0.6%) და ცხიმებს (0,4%). საშუალო ენერგეტიკული ღირებულება 100 გ ცოცხალი ლურჯი მოცვის ნაყოფისა შეადგენს 192 კჯ. ლურჯი მოცვი ასევე არის დიეტური ბოჭკოს წყარო, რომელიც წარმოადგენს ხილის წონის 3 - 3.5%-ს. გემოს გარდა, მთავარი ინტერესი ლურჯი მოცვის ნაყოფის მიმართ გამოწვეულია C ვიტამინის შემცველობით, 100 გ ლურჯი მოცვი საშუალოდ შეიცავს, 10 მგ ასკორბინის მჟავას, რომელიც ადამიანის ყოველდღიური მისაღები რეკომენდებული დოზის 1/3 უდრის [80, 84].

მრავალ სამეცნიერო მოხსენებაში დასტურდება, რომ ლურჯი მოცვი არის ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო ნივთიერებების შესანიშნავი წყარო, ძირითადად პოლიფენოლებისა [94, 119]. სხვადასხვა კვლევებით დადასტურებულია მისი ანთების საწინააღმდეგო და ანტიკანცეროგენული თვისებები, ასევე გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დამცავი ეფექტი[94]. აღსანიშნავია, რომ ანტიოქსიდანტური ნაერთების შემცველობა ლურჯ მოცვში ამცირებს კორონარული დაავადებების რისკს, აგრეთვე დაბლა წევს ქოლესტერინის დონეს, რითაც ამცირებს ათეროსკლეროზის განვითარებას. ამ ნაერთებმა ასევე შესაძლებელია თავიდან აგვაცილონ ნეიროდეგენერაციული დაავადებები [89].

პოლიფენოლების სრული შემცველობა ლურჯი მოცვის ნაყოფში მერყეობს 48-დან 304 მგ-მდე /100 გ [35, 78] და მკაცრად არის დამოკიდებული ჯიშებზე [108], გარემო პირობებსა და სიმწიფეზე [23, 118]. ლურჯი მოცვის ნაყოფში ანტოციანის შემადგენლობა 25-დან 495 მგ-მდე/100 გ-ია, რაც დამოკიდებულია ხილის ზომაზე, სიმწიფის სტადიაზე, ასევე კლიმატურ და შენახვის პირობებზე[71]. კენკრებს შორის, ლურჯი მოცვის ნაყოფი გამოირჩევა სხვადასხვა სახის ანტოციანების შემცველობით [38], მათ შორისაა მალვიდინი, დელფინიდინი, პეტუნიდინი, ციანიდინი და

პეონიდინი. მალვიდინი და დელფინიდინი წარმოადგენენ ყველა გამოვლენილი ანტოციანების 75%-ს [98]. თუმცა, სხვა დასკვნების თანახმად, დელფინიდინის პროცენტული მაჩვენებელი შეადგენს 27-40%-ს, მალდივინის 22-33%-ს, პეტუნიდინის 19-26%-ს, ციანიდინის 6-14%-ს, ხოლო პეონიდინისა კი 1-5%-ს [26]. ლურჯ მოცვში ფერის პიგმენტები (წითელი, ლურჯი, იისფერი) განპირობებულია ანტოციანების გლიკოზიდებით [61]. ქლოროგენის მჟავა არის თანაპიგმენტი, რომელიც აძლიერებს ანტოციანების ფერის ინტენსივობას [70].

პრაქტიკული თვალსაზრისით, ლურჯი მოცვის ნაყოფის ყველაზე ღირებულ ნაწილს წარმოადგენს მისი გარე ფენა, რადგან იგი შეიცავს თითქმის ყველა ანტოციანს, თუმცა ამ ნაერთების მცირე ნაწილი ასევე არის ნაყოფსა და თესლში [61].

ლურჯი მოცვის ნერგები პირველად 2006 წელს ჩამოიტანეს აშშ-დან და საცდელი მიზნით დარგეს იმერეთში, სოფელ სიმონეთში, სადაც 2009 წელს მიიღეს პირველი მოსავალი. ლურჯი მოცვი ახალი სასოფლო – სამეურნეო კულტურაა საქართველოს-თვის, რომლის დანერგვა თავის პოზიტიურ როლს ასრულებს ადგილობრივი ფერმერების წარმოების და შემოსავლების ზრდის კუთხით.

მსოფლიოში დღეისათვის კულტივირებული და გავრცელებულია ლურჯი მოცვის 150 – მდე ისეთი ჯიში, როგორცაა: ბლუკროპი, ლეგასი, ბერკლი, პატრიოტი, ბრიგიტა-რეი, დიუკი, სანრაისი, სპარტანი, ტორო, ელიზაბეტი, ერლიბლუ, ბლუგოლდი, მისტი, ჩანდლერი, ონეილი, რეკა, ბლურეი.

რეკა (Reka) - ლურჯი მოცვის მაღალმოსავლიანი, ადრეული ჯიშია (სურათი 9). სიმაღლით 1,7 - 2 მ. სწორმდგომი ბუჩქია, სწრაფად მზარდი. არაჩვეულებრივი ცისფერი ფერი, განსაკუთრებული გემო და არომატი. მწიფობის პერიოდი ივლისის მეორე დეკადიდან იწყება. მაღალმოსავლიანია. ერთ ბუჩქზე შეიძლება მოიკრიფოს 8-10კგ მოცვი. ხასიათდება კარგი ხარისხის მარცვალთ, რომელიც არ იშლება. ეს ჯიში სხვა ჯიშებთან შედარებით უფრო მეტად გამძლეა ტენიანი ნიადაგის მიმართ. ნორმალური მოსავლიანობის მისაღებად აუცილებელია ბუჩქის გასხვლა. ყინვაგამძლეა -29 -35 °C. ხილი კარგად ტრანსპორტირდება და ინახება. სრული სიმწიფის შემდეგ, დიდი ხნის განმავლობაში შეიძლება (ცვენის გარეშე) ნაყოფი შენარჩუნებული იყოს ბუჩქზე [122].



სურათი 9. რეკა (Reka)

ბერკლი (Berkeley) - 1,8-2,1 მეტრი სიმაღლის ძალიან დატოტვილი და ფოთლებით დაფარული ბუჩქია (სურათი 10). ნაყოფი მწიფდება აგვისტოს მეორე დეკადიდან. მოსავალი არარეგულარული, 4-8 კგ-ია ბუჩქიდან. კენკრის ზომა საშუალოდან დიდამდეა (18 მმ დიამეტრში). ამ ჯიშისა და ჯიშ პურუს ნაყოფი ყველაზე მკვრივია. მწიფე ნაყოფი ღია ცისფერია, სასიამოვნო ტკბილი გემოთი. კარგია ნედლი სახით რეალიზაციისათვის. კარგად ავსებს პერიოდს საადრეო და საგვიანო ჯიშებს შორის. ცუდად გადააქვს ხანგრძლივი დასაწყობება და ტრანსპორტირება შორ მანძილებზე. სრული სიმწიფისას ნაყოფის თავისთავადი ჩამოცვენა აღინიშნება. შეიძლება ბუჩქების ცოცხალ ღობედ გამოყენება. ფოთლები დიდი აქვს და მუქი მწვანე. ამ ჯიშის დიდი ღირსებაა არაპრეტენზიულობა, ტემპერატურისა და ნიადაგის ტენიანობის მკვეთრი ცვლილებების ატანის უნარი [122].



სურათი 10. ბერკლი (Berkeley)

პატრიოტი (Patriot) - სწორმდგომი ბუჩქია სიმაღლით 1,2-1,8 მეტრი (სურათი 11). სიმწიფეში შედის ივლისის მეორე ნახევრიდან. მოსავალი რეგულარულად 5-7 კილოგრამია ბუჩქიდან. ნაყოფი მსხვილია, ოდნავ ბრტყელი, ღია ცისფერი (19 მმ დიამეტრში). ბოლომდე დაუმწიფებელ ნაყოფს დამახასიათებელი წითელი შეფერილობა აქვს. არის დამაკმაყოფილებელი ხარისხის. ნაყოფის რეალიზაცია ხდება ნედლი სახით. ბუჩქებს კარგი დეკორატიული სახე აქვს [122].



სურათი 11 პატრიოტი (Patriot)

ბლუკროპი (Bluecrop) - 1,6-2 მეტრი სიმაღლის სწორმდგომი ბუჩქია. ნაყოფი მწიფდება აგვისტოს დასაწყისიდან (სურათი 12). მოსავალი რეგულარულად მაღალია – 6-9 კგ ბუჩქიდან. ნაყოფი მსხვილია (18-20 მმ დიამეტრში), ღია ცისფერი, მკვრივი, მაღალი ხარისხის, ძალიან კარგი გემოთი. კენკრა ნაყოფი გრძელ გახსნილ მტევნებადაა შეკრული. ნედლი ნაყოფის ბაზარზე კარგად რეალიზირდება, გამოიყენება სამრეწველო გადამამუშავებისათვის და გასაყინად. დღეისათვის ბლუკროპი ყველაზე უფრო გავრცელებული ჯიშია (დასავლეთ ევროპაში და მსოფლიოში სამრეწველო პლანტაციების 60% გაშენებულია ამ ჯიშით). ის ძალიან კარგად უძლებს დაავადებებს, გვალვას, წყინვას (ყვავილობის პერიოდში დაუზიანებლად უძლებს -1°C) და ყინვას ზამთარში. ბუჩქი გამოირჩევა კარგი დეკორატიული შესახედაობით გაზაფხულზე, ზაფხულში და შემოდგომაზე ლამაზი ფოთლების დიდი ყვავილებისა და ნაყოფების გამო [122].



სურათი 12. ბლუკროპი (Bluecrop)

ბრიგიტა-რეი (Brigitta rey) - ბუჩქის სიმაღლე 1,8-2 მ. გვიან მწიფდება, აგვისტოს შუა რიცხვებიდან, თანაბრად (სურათი 13). მარცვალი საშუალო ზომის (15 მმ დიამეტრი), ღია ცისფერი. ძლიერი - კარგად ინახება, ტრანსპორტაბელური. მომჟავო გემო. ნაყოფი რეგულარული 4-6 კგ ბუჩქიდან [122].



სურათი 13. ბრიგიტა-რეი (Brigitta rey)

დიუკი (Duke) - 1,2-1,8მ სიმაღლის ბუჩქებია სუსტი ყლორტწარმოქმნით, ამიტომ ბუჩქი ძალიან არ იტოტება, რაც სინათლის კარგ შეღწევას განაპირობებს და გასხვლის ხარჯები მცირდება. ნაყოფი მწიფდება ივლისის მეორე დეკადიდან (სურათი 14). მოსავალი რეგულარულად მაღალია 6– 8კგ ბუჩქიდან. კენკრა ნაყოფი ძალიან მსხვილია(17- 20მმ დიამეტრში), მკვრივი, ღია ცისფერი. კარგი გემო აქვს, რომელიც უმჯობესდება გაცივებისას. რეალიზაცია ნედლი სახით. ჯიში ყვავის შედარებით გვიან, ბუჩქი ყინვაგამძლეა [122].



სურათი 14. დიუკი (Duke)

სანრაისი (Sunrise) - ახალი, ნაკლებად შესწავლილი ჯიშია. 1,2-1,8 მეტრი სიმაღლის ბუჩქია სუსტი ყლორტწარმოქმნით, რის გამოც ბუჩქის შიდა ნაწილი კარგადაა განათებული და მცირდება გასხვლის ხარჯები (სურათი 15). დამწიფება იწყება ივლისის მეორე დეკადიდან. მოსავლიანობა 6-8 კგ-ია ბუჩქიდან, რეგულარულად მაღალი. ნაყოფი ძალიან მსხვილია (17-20 მმ დიამეტრში), გამძლე და მკვრივი, ლამაზი ღია ცისფერი ნაყოფი ძალიან მაღალი ხარისხისაა. მოსავლის აღება მაქსიმუმ სამჯერადად ხდება. გემო დამაკმაყოფილებელია, უმჯობესდება გაციებისას. ნაყოფის რეალიზაცია ხდება ნედლი სახით [122].



სურათი 15. სანრაისი (Sunrise)

სპარტანი (Spartan) - სწორმდგომი ბუჩქია სიმაღლით 1,5-2 მეტრი. დამწიფების პერიოდი აგვისტოს მეორე დეკადიდან (სურათი 16) . საშუალო მოსავალი ბუჩქიდან 4,5-6 კილოგრამია. ნაყოფი ღია ცისფერია, მსხვილი (16-18 მმ დიამეტრში). მხოლოდ მესამედ მოკრეფისას ნაყოფი უფრო წვრილი ხდება. აქვს ძალიან კარგი არომატი და სასიამოვნო მომჟაო გემო. რეალიზაცია უმეტესად ნედლი სახით ხდება. ძალიან ლამაზი ვერტიკალურად მზარდი ბუჩქია [122].



სურათი 16. სპარტანი (Spartan)

ტორო (Toro) - 1,8-2 მეტრი სიმაღლის კომპაქტური ბუჩქია (სურათი 17). ნაყოფი აგვისტოს დასაწყისში მწიფდება. მოსავალი რეგულარულად მაღალია. ნაყოფი მსხვილია, ლამაზი ფერის და კარგი გემოსი. სიმწიფის პერიოდი იწყება ბლუკროპთან ერთად, მაგრამ მთავრდება უფრო ადრე და მოსავალი ორჯერადად იკრიფება. ნაყოფი გამოიყენება ნედლი სახით რეალიზაციისათვის ან სამრეწველო გადამამუშავებისათვის [122].



სურათი 17. ტორო (Toro)

ელიზაბეტი (Elizabeth) - ხანგრძლივი მომწიფების პერიოდი, ივლისის შუა რიცხვებიდან ზაფხულის ბოლომდე (სურათი 18). ელიზაბეტი შეფ-მზარეულების გამორჩეული მარცვალია. მარცვალი მსხვილი, დახვეწილი გემოთი, კენკრა მკრივი, არ ზიანდება ტრანსპორტირების დროს (16-18 მმ დიამეტრში) ძალიან არომატული. ნაყოფიერება 4-6 კგ ბუჩქიდან. კარგად ინახება მაცივარში [122].



სურათი 18. ელიზაბეტი (Elizabeth)

ერლიბლუ (Earliblue) - ერთ-ერთი ადრეული ლურჯი მოცვის ჯიშია, იწყებს დამწიფებას ივნისის შუა რიცხვებში (სურათი 19). ადრეულ მოსავალს იძლევა იმ დროს როდესაც ამ სახის პროდუქტი არ არის ბაზრობაზე. ძალიან ლამაზი ლურჯი ფერის მარცვალი, შესანიშნავი გემო. კენკრის წონა საშუალოდ 17გრ [122].



სურათი 19. ერლიბლუ (Earliblue)

ბლუგოლდი (Bluegold) - ამ ჯიშის უპირატესობა მდგომარეობს მის ხანგრძლივ დამწიფების პერიოდში, დაწყებული ივლისის დასაწყისიდან აგვისტოს ბოლომდე. მარცვლის ფერი ძალიან ლამაზია და იზიდავს თვალს. მარცვალი მკვრივი, საშუალო და დიდი ზომის, მოტკბო-მომჟავო გემოთი, კარგად გადააქვს ტრანსპორტირება. ძალიან გემრიელია, როგორც ახალ მოკრეფილი ასევე შენახვის შემდეგაც (სურათი 20) [122].



სურათი 20. ბლუგოლდი (Bluegold)

ლეგასი (Legacy) - იწყებს დამწიფებას ივლისის შუა რიცხვებში აგვისტოს დასაწყისამდე. განსაკუთრებით გამოდგება სამხრეთ რეგიონებისთვის (სურათი 21). ბუჩქი გამოირჩევა მაღალმსხმოიარობით. ტოტები განლაგებულია ვერტიკალურად და საკმაოდ დიდი რაოდენობით. მარცვალი საშუალო ზომის, აქვს სასიამოვნო გემო და გამორჩეული არომატი [122].



სურათი 21. ლეგასი (Legacy)

მისტი (Misty) - მისტი არის ერთ-ერთი ყველაზე მიმზიდველი, ენერგიული და მაღალ მოსავლიანი ლურჯი მოცვის ჯიშში, სამხრეთის ჯიშებიდან (სურათი 22). ღია ლურჯი-მომწვანო ფერის ფოთლები უზრუნველყოფს იდეალურ გამორჩევას გაზაფხულის ყვავილებისგან. მოსავალი უკეთესია, როდესაც მისტი დარგულია სხვა მოცვის ჯიშებთან. მარცვლის ზომა საშუალო, ბუჩქი იზრდება 1.6-1.8 მ სიმაღლეში, მსხმოიარობა ძალიან კარგი მოსავალი ივნისის პირველ ნახევარში [122].



სურათი 22. მისტი (Misty)

ჩანდლერი (Chandler) - სწორმდგომი, ძალიან გაშლილი ბუჩქია, 1,6 მეტრ სიმაღლეს აღწევს (სურათი 23). ამ ჯიშს ძალიან მსხვილი ნაყოფი აქვს დიამეტრში,

როგორც წესი, 20 მმ–ზე მეტი, წონით 2გ. მოსავლიანობა კარგ პირობებში რეგულარული და მაღალია. ნაყოფი მუქი ცისფერია, ძალიან გემრიელი და არომატული, მკვრივი. მოსავლის აღების პერიოდი გრძელი აქვს – აგვისტოს დასაწყისიდან სექტემბრის შუა რიცხვებამდე. ჯიში ზომიერად ყინვაგამძლეა [122].



სურათი 23. ჩანდლერი (Chandler)

ონეილი (O'Neal) - ონეილი გამოირჩევა ყველა სამხრეთის ჯიშებისაგან ნაადრევი მოსავლიანობით. მოსავლიანობის პერიოდი ივნისის დასაწყისი. აღწევს 1.7-2 მ სიმაღლეს, მარცვალი 14-17 მმ დიამეტრში. მარცვალი სასიამოვნო ლურჯი ფერისაა. ძალიან ტკბილი, იდეალურია სამხრეთ რეგიონებისთვის (სურათი 24) [122].



სურათი 24. ონეილი(O'Neal)

ბლურეი (Blueray) - ბლურეი არის მაღალი ბუჩქოვანი მოცვის ჯიში, რაც იმას ნიშნავს, რომ ის ჩვეულებრივ იზრდება საკმაოდ მაღალი. მოცვის ეს ჯიში, ფაქტობრივად, საკმაოდ გამძლეა და ნაკლებად მოთხოვნადი გარემო პირობებისთვის. მათ შეუძლიათ გაუმკლავდნენ ცივ ზამთარს და თბილ ზაფხულს. ბლურეი სეზონურ ინტერესს მატებს ნებისმიერ ლანდშაფტს, როგორც მიმზიდველი ფოთლოვანი ბუჩქი გაზაფხულზე თეთრი ყვავილებით, შემოდგომის გასაოცარი ფერებით და ზამთარში კაშკაშა წითელი მერქნით. გაზაფხულზე ბლურეის ბუჩქებს აქვს ზარის ფორმის ყვავილები, რომლებიც ვარდისფერ ელფერს იძენს, სანამ გათეთრდება. შემოდგომაზე ფოთლები ხდება ალისფერი ან ჟოლოსფერი. სრულად გაზრდილი ბლურეის მოცვის ბუჩქები არის 1,22 -1,83 მ. სიმაღლისა და 0,91 -1,22 მ. სიგანის. დარგვისას თითოეულ ნერგს შორის საჭიროა 0,91 – 1,22 მ. ადგილის დატოვება მცენარის ზრდისთვის. ბლურეის ბუჩქები ტექნიკურად თვითდამტვერავია, მაგრამ, როგორც ყველა მოცვის ჯიშს, ბლურეისაც მოსწონთ ჯვარედინი დამტვერვა სხვა ჯიშის ბუჩქებით. ჯვარედინი დამტვერვა ეხმარება თითოეულ ბუჩქს უკეთესი ხარისხისა და უფრო დიდი მოსავლიანობის კენკრის მიღებაში. მოსავალს იძლევა ივლისის შუა რიცხვებში. ბლურეის ნაყოფის არომატი ძირითადად სიტკბოსა და მჟავეს შესანიშნავი კომბინაციაა. ის იძლევა დიდ მოსავალს, ნაყოფები საშუალო და დიდი ლურჯი ფერისაა. (სურათი 25) [122].



სურათი 25. ბლურეი (Blueray)

თავი 2. ექსპერიმენტული ნაწილი

2.1. კვლევის ობიექტი

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა დასავლეთ საქართველოში ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის 17 ჯიშის ბლუკროპის, ელიზაბეტის, რეკას, ბლუგოლდის, დიუკის, სანრაისის, ბერკლის, სპარტანის, მისტის, ლეგასის, ტოროს, ბრიგიტა-რეის, ჩანდლერის, ონეილის, ბლურეის, ერლიბლუს, პატრიოტისა და იმერეთსა და აჭარაში გავრცელებული ადგილობრივი კავკასიური მოცვისა *Vaccinium arctostaphylos* L. ნაყოფები. ნაყოფები აღებული იქნა 2015-2021 წლებში, როგორც სამომხმარებლო სიმწიფის პერიოდში, ასევე ნაყოფის დამწიფების სხვადასხვა სტადიაზე.

2.2. კვლევის მეთოდები

კვლევისათვის გამოყენებული იქნა შემდეგი ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები:

1. ნივთიერებების გამოყოფა და შემდგომი იდენტიფიკაცია მაღალწნევიანი სითხური მას-სპექტრული ქრომატოგრაფიის (UPLC) მეთოდით - (Waters, UPLC Acquity, QDa Detectore). ნაერთთა დასაყოფად გამოყენებული იყო ქრომატოგრაფიული სვეტი Acquity UPLC BEN C18, 1.7m, გამხსნელი სისტემა: 0,3 % ჭიანჭველმჟავა (გამხსნელი A) და აცეტონიტრილი (გამხსნელი B). გრადიენტი-გამხსნელი B: 0 - 20 წთ, 5-16%; 20-28 წთ, 16-40%; 28-32 წთ, 40-47%; 32-36 წთ, 70-99%; 36-45 წთ, 99% და 45-46 წთ, 99-5%. ინჟექტირება 10 μ L. ქრომატოგრაფირებამდე ნიმუშები და ელუენტები იფილტრება 0,45 μ m ფორების ფილტრში[9].

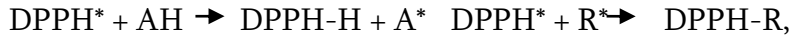
2. ანტოციანების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფიისა HPLC-UV, RI და ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფიის UPLC-PDA, MS მეთოდით. ხელსაწყო - Waters Breeze 2489. დეტექტორი - ულტრაიისფერი და ხილული დიაპაზონით. სვეტი - C18, SunFirePrep C18 5 μ m. ელუენტი A – წყალი : ჭიანჭველმჟავა : აცეტონიტრილი (87:10:3); ელუენტი B – წყალი : ჭიანჭველმჟავა : აცეტონიტრილი (40:10:50); სვეტის რეცხვა - მეთანოლით; დეტექტირება 518 ნმ; სვეტი - C18; ელუენტი A – წყალი : ჭიანჭველმჟავა (90:10);

ელუენტი B – აცეტონიტრილი : მეთანოლი : წყალი : ჭიანჭველჟავა (22,5:22,5:40:10); სვეტის რეცხვა - მეთანოლით; დეტექტირება 518 ნმ. [9, 121].

3. ანტიოქსიდანტური აქტიურობის განსაზღვრა (2,2-დიფენილ-1-პიკრილ ჰიდრაზილის სტაბილური რადიკალის გამოყენებით) DPPH მეთოდით. საერთო ანტიოქსიდანტური აქტიურობის განსაზღვრის სხვადასხვა პრინციპზე დაფუძნებული მეთოდები შეიძლება დაიყოს ფოტომეტრულ, ფლუორესცენციულ, ელექტროქიმიურ, ქემილუმინესცენციურ და სხვა მეტად სპეციფიკურ მეთოდებად. ძირითადად გამოიყენება რადიკალური მექანიზმით მიმდინარე რეაქციები, შეფერილ რადიკალსა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობის მქონე ექსტრაქს შორის, სადაც სპექტროფოტომეტრულად ისაზღვრება ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის ცვალებადობა და ხდება, როგორც კონკრეტული ნივთიერების, ასევე ნაერთების ჯამური ანტიოქსიდანტური აქტიურობის შეფასება. მათ შორისაა: ORAC - ჟანგბადის რადიკალის აბსორბციის უნარი, TRAP – ჯამური რადიკალების შეკავების ანტიოქსიდანტური უნარი, FRAP – რკინის შემცირების ანტიოქსიდანტური ძალა, TEAC - ტროლოქსის ექვივალენტური სიძლიერის ანტიოქსიდანტურობა, DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazil) და ABTS (2,2-Azino-bis(3-ethylbenz-thiazoline-6-sulfonic acid) მეთოდები [9, 82].

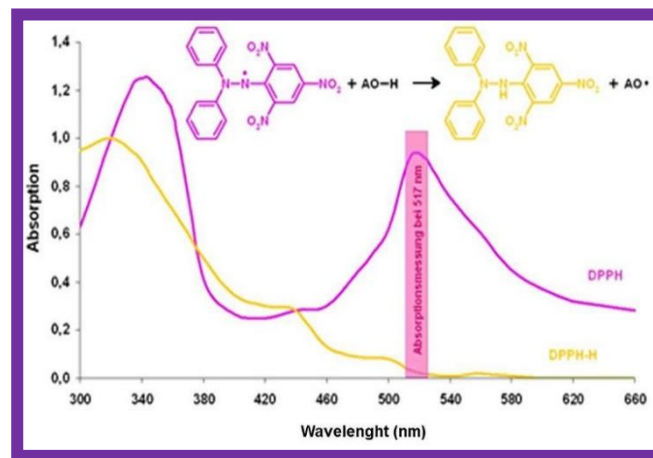
კვლევებში ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული მეთოდი (DPPH) თავისუფალი რადიკალის კოლორიმეტრიაა რადიკალის 50%-ი ინჰიბირებით. მეთოდი პირველად აღწერილ იქნა 1958 წელს Blois-ის მიერ და შემდგომ მრავალჯერ იქნა მოდიფიცირებული. ანტიოქსიდანტური აქტიურობის განსაზღვრის DPPH-ის მეთოდი არის სწრაფი, მარტივი და ზუსტი ტესტ-მეთოდი. იგი გამოიყენება, როგორც სხვადასხვა ნაერთების თავისუფალი რადიკალების შებოჭვის უნარიანობის დასადგენად, ასევე საკვებ პროდუქტებსა და წვენებში ანტიოქსიდანტური აქტიურობის გასაზომად [69].

DPPH - ($C_{18}H_{12}N_5O_6$ M=394,33) წარმოადგენს სტაბილურ თავისუფალ რადიკალს მაქსიმალური შთანთქმით 515 - 517 ნმ-ზე, რომლის მეთანოლიანი ექსტრაქტის მეწამული იისფერი შეფერილობა აღდგენის შედეგად იცვლება ღია ყვითელამდე (სურათი 26). რეაქცია შემდეგი სქემით მიმდინარეობს:



სადაც AH ანტიოქსიდანტია, ხოლო R* - თავისუფალი რადიკალი [69, 82].

ანტიოქსიდანტური აქტიურობის - რადიკალური შებოჭვის აქტიურობის - დასადგენად საანალიზო ექსტრაქტის 1 მლ-ს ვუმატებდით 3 მლ-ი DPPH- ის სპირტიან ხსნარს (0,1 mM DPPH – 0,004 გ/100მლ ეთილის სპირტში) და 30 წუთის შემდეგ ვახდენდით საკვლევი ნიმუშის ოპტიკური სიმკვრივის სპექტროფოტომეტრულ განსაზღვრას 515 ნმ-ზე. საკონტროლო ხსნარს წარმოადგენს DPPH-ის ხსნარი, ხოლო ფონს 96% ეთილის სპირტი.



სურათი 26. თავისუფალი რადიკალის (DPPH) აქტიურობის ინჰიბირების სპექტრი.

თავისუფალი რადიკალის (DPPH) აქტიურობის ინჰიბირება გამოითვლება შემდეგი ფორმულით: 1) $In \% = AC - AS/AC \cdot 100$, სადაც AC - DPPH- ის სპირტიანი ხსნარის აბსორბცია, ხოლო AS - საანალიზო ექსტრაქტის აბსორბცია. იმისათვის რომ გავიანგარიშოთ მილიგრამი ნიმუშის 50%-ანი ინჰიბირება გათვალისწინებულ უნდა იქნეს განზავების ფაქტორი და გამოითვალა განზავების გათვალისწინებით ნიმუშის მოცულობა: 2) $V1 = V2 \cdot F$, სადაც V2 - არის მოცულობა ექსტრაქტის(მლ), ხოლო F- განზავების ფაქტორი. შემდეგ იქნა გაანგარიშებული ექსტრაქტის კონცენტრაცია 3) $C = m/V$, სადაც m-აღებული ნიმუშის მასაა გრამებში, V1 - განზავების ფაქტორის გათვალისწინებით მიღებული მოცულობა, ხოლო მილიგრამი ნიმუშის 50% ინჰიბირება უდრის $((50\% \cdot C)/In\%) \cdot 1000$, სადაც C არის ექსტრაქტის კონცენტრაცია, ხოლო In%-ნიმუშის ინჰიბირება %-ში.

4. კატეხინების რაოდენობრივი განსაზღვრა სპექტრული მეთოდით. საანალიზოდ აღებული 5გ ნიმუშის ექსტრაქცია მიმდინარეობდა 80%-იანი ეთილის სპირტით, ნიმუშის სრულ გაუფერულებამდე. ექსტრაქტის საერთო მოცულობიდან აღებულ 1 მლ-ს ემატება 3 მლ ვანილინის რეაქტივი და 3 წუთის შემდეგ ისაზღვრება წითლად შეფერილი ნიმუშის ოპტიკური სიმკვრივე 500 ნმ-ზე. კონტროლად ავიღეთ შესაბამისი ექსტრაგენტის 1 მლ და 3 მლ ვანილინის რეაქტივი. განსაზღვრის შედეგად მიღებული მონაცემების გადაანგარიშებას ვახდენდით (+)კატექინის საკალიბრო მრუდზე (სურათი 27). კატექინების შემცველობა გამოითვლება ფორმულით:

$$X = (D K V F) * 1000 / m \quad (2.1.3)$$

სადაც, X - კატექინების შემცველობა მგ/კგ-ში;

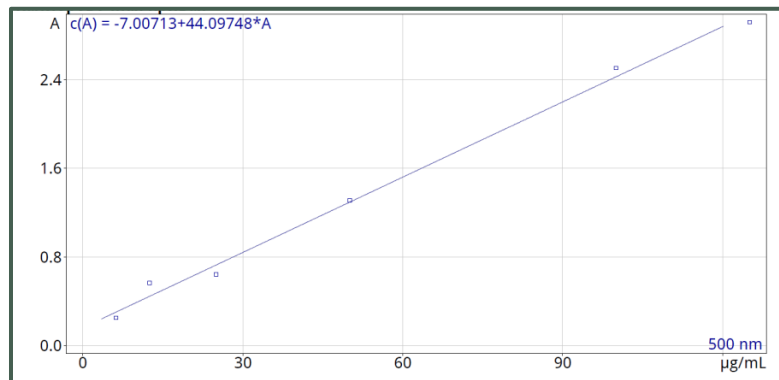
D - ოპტიკური სიმკვრივე;

K – 35,0 (+)-კატექინზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

F - განზავების ფაქტორი;

V – ექსტრაქტის საერთო მოცულობა, მლ;

m - საექსტრაქციოდ აღებული ნედლეულის მასა, გ.



სურათი 27. კატექინების საკალიბრო მრუდი

5. ფლავონოიდების რაოდენობრივი განსაზღვრა სპექტრული მეთოდით ($AlCl_3$ -ის რეაქტივი, რუთინზე გადაანგარიშებით). საანალიზოდ აღებული ნიმუშის ექსტრაქციას ვახდენდით 80%-იანი ეთილის სპირტით. ექსტრაქტის საერთო მოცულობიდან აღებულ 1 მლ-ს ვათავსებდით 10 მლ მოცულობის კოლბაში, ვამატებდით 5 მლ H_2O და 0,3 მლ 5% $NaNO_2$, ვაყოვნებდით 5 წუთს, შემდეგ ვამატებდით 0,3 მლ 10% $AlCl_3$, ვაყოვნებდით 6 წუთს, შემდეგ ვუმატებდით 2 მლ 1N

NaOH-ს და განსაზღვრას ვახდენდით 510 ნმ-ზე. კონტროლად ვიღებდით შესაბამისი ექსტრაგენტის 1 მლ-ს და გავდიოდით იმავე პროცესს.

განსაზღვრის შედეგად მიღებული მონაცემების გადაანგარიშებას ვახორციელებდით რუთინის საკალიბრო მრუდზე (სურათი 28). საერთო ფლავონოიდების შემცველობა გამოითვლება ფორმულით:

$$X = (D K V F) * 1000 / m$$

სადაც, X - საერთო ფლავონოიდების შემცველობა მგ/კგ-ში;

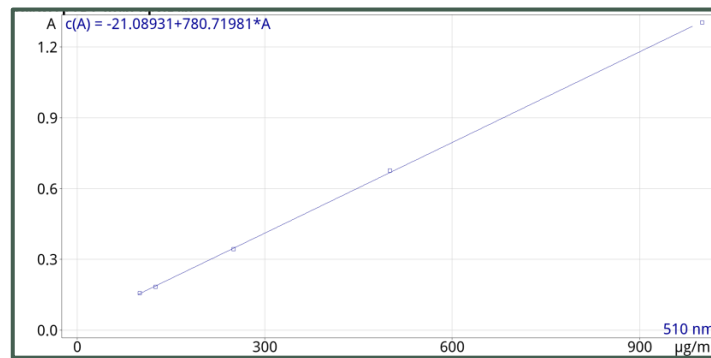
D - ოპტიკური სიმკრივე;

K – რუთინზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი;

F – განზავების ფაქტორი;

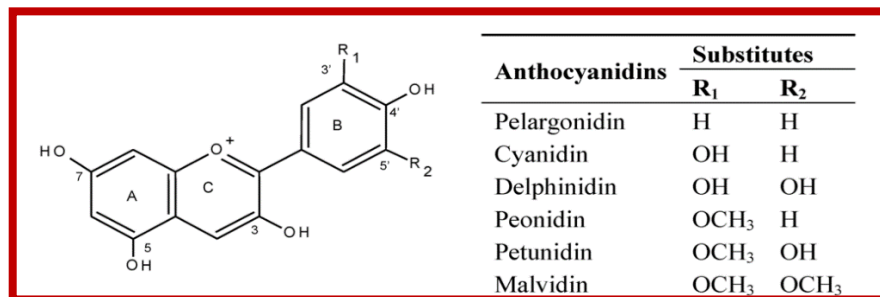
V – ექსტრაქტის საერთო მოცულობა, მლ;

m - საექსტრაქციოდ აღებული ნედლეულის მასა, გ.



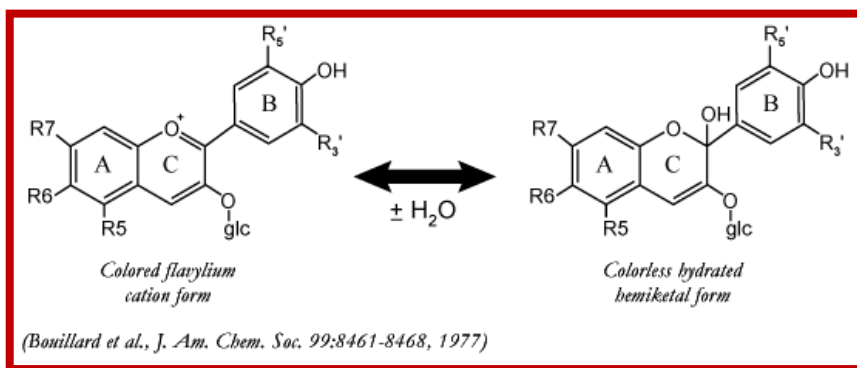
სურათი 28. რუთინის საკალიბრო მრუდი

6. ჯამური მონომერული ანტოციანების განსაზღვრა pH დიფერენცირებული მეთოდით (AOAC Official Method).



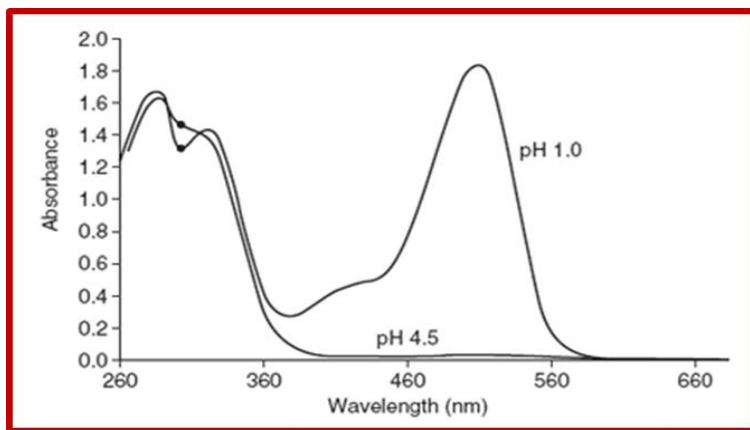
სურათი 29. მონომერული ანტოციანები

მონომერული ანტოციანები (სურათი 29) შექცევადად იცვლიან ფერს pH-ის ცვლილების შესაბამისად. როგორც წესი შეფერილი ოქსონური ფორმა (oxonium form) არსებობს pH 1.0-ის შემთხვევაში, ხოლო უფერული ჰემიკეტალური ფორმა (hemiketal form) pH 4.5-ის დროს (სურათი 30).



სურათი 30. მონომერული ანტოციანების შეფერილობის დამოკიდებულება pH-ზე

520 ნმ-ზე შთანთქმის მაჩვენებლებს შორის არსებული სხვაობა პროპორციულია პიგმენტების კონცენტრაციისა (სურათი 31). მიღებული შედეგების გადანგარიშება ხდება ციანიდინ-3 – მონოგლიკოზიდზე.



სურათი 31. მონომერული ანტოციანების შთანთქმის სპექტრი.

მონომერული ანტოციანებისაგან განსხვავებით დეგრადირებული ანტოციანების შეფერილობა არის მედეგი pH-ის ცვლილების მიუხედავად. შესაბამისად ამ მეთოდის საშუალებით არ ხდება მათი განსაზღვრა რადგანაც ისინი შთანთქმებიან როგორც pH 4,5-ის, ასევე pH 1,0-ის შემთხვევაშიც.

მონომერული ანტოციანების განსაზღვრისათვის ვიყენებდით ბუფერულ ხსნარებს:

pH 1,0 ბუფერი (კალიუმის ქლორიდი 0,025 M) - ბუფერული ხსნარის დასამზადებლად ერთი ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბაში ვათავსებდით კალიუმის ქლორიდის 1,86 გ ვამატებდით 980 მლ გამოხდილ წყალს და მარილმჟავას საშუალებით ხსნარის pH მიგვყავდა ერთამდე. შემდეგ კოლბის მოცულობა წყლით მიგვყავდა ნიშანხაზამდე.

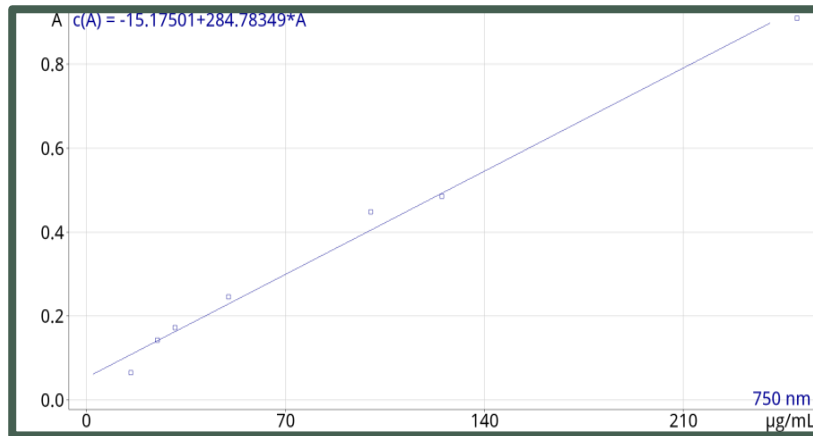
pH 4,5 ბუფერი (ნატრიუმის აცეტატი 0,4 M) - ბუფერული ხსნარის დასამზადებლად ერთი ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბაში ვათავსებდით ნატრიუმის აცეტატის 54.43 გ, ვამატებდით 960 მლ გამოხდილ წყალს და მარილმჟავას საშუალებით ხსნარის pH მიგვყავდა 4,5 - მდე. შემდეგ კოლბის მოცულობა წყლით მიგვყავდა ნიშანხაზამდე.

კვლევისათვის ვიღებდით საანალიზო ნიმუშს 1-დან 5 გრამამდე და ექსტრაქციას ვახდენდით 80 %-ანი ეთილის სპირტით. ექსტრაქტის მოცულობა მიგვყავდა 50 ან 100 მლ-მდე ექსტრაქციის ხარისხის შესაბამისად. ექსტრაქტის საერთო მოცულობიდან ორ სინჯარაში ვიღებდით ექსტრაქტის 1-1 მლ და ვამატებდით ბუფერული ხსნარების 4-4 მლ. ერთ სინჯარაში ვამატებდით 0,025 M კალიუმის ქლორიდს, ხოლო მეორეში 0,4 M ნატრიუმის აცეტატს, 20 წთ-ის შემდეგ 520 ნმ და 700 ნმ-ზე ვსაზღვრავთ საანალიზო ხსნარების ოპტიკურ სიმკვრივეს.

7. საერთო ფენოლების რაოდენობის განსაზღვრა ფოლინ-ჩიოკალტეუს მეთოდით (Folin-Ciocalteu) (გალის მჟავაზე გადაანგარიშებით);

ფენოლური ნაერთი იჟანგება ფოლინ-ჩიოკალტეუს რეაქტივით. ეს რეაქტივი წარმოადგენს ფოსფომოლფრამის მჟავასა და ფოსფომოლიბდენის მჟავას ნარევს, რომელიც ფენოლების დაჟანგვის შემდეგ აღდგება ვოლფრამატისა - W_6O_{23} და მოლიბდატის - Mo_8O_{23} ლურჯი ფერის ოქსიდებამდე. მიღებული ლურჯი შეფერილობა შთანთქმის მაქსიმუმს იძლევა 750 ნმ-ის ფარგლებში და პირდაპირ პროპორციულია ფენოლების საერთო რაოდენობის. გაზომვებს ვაწარმოებთ სპექტროფოტომეტრზე ხილულ დიაპაზონში (750 ნმ);

საანალიზოდ აღებული ნიმუშის ექსტრაქციას ვახდენდით 80%-იანი ეთილის სპირტით. ექსტრაქტის საერთო მოცულობიდან აღებულ 1 მლ-ს ვათავსებდით 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბაში, 50 მლ გამოხდილ წყალს, 5 მლ ფოლინ-ჩიოკალტეუს რეაქტივს, 20 მლ ნატრიუმის კარბონატის ხსნარს და მოცულობა გამოხდილი წყლით მიგვყავდა ნიშან-ხაზამდე, კარგად ვურევდით და ვაყოვნებდით 30 წუთი, რეაქციის სტაბილიზაციისათვის. განსაზღვრას ვაწარმოებდით 750 ნმ-ზე 1სმ სისქის კიუვეტით. კონტროლად აღებულია გამოხდილი წყალი.



სურათი 32. გალის მჟავას საკალიბრო მრუდი

განსაზღვრის შედეგად მიღებული მონაცემების გადაანგარიშებას ვახორციელებდით გალის მჟავას საკალიბრო მრუდზე (სურათი 32). საერთო ფენოლების შემცველობა გამოითვლება ფორმულით:

$$X = (D K V F) * 1000 / m$$

სადაც, X - საერთო ფენოლების შემცველობა, მგ/კგ-ში;

D - ოპტიკური სიმკრივე;

K – გალის მჟავაზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი;

F – განზავების ფაქტორი;

V – ექსტრაქტის საერთო მოცულობა, მლ;

m - საექსტრაქციოდ აღებული ნედლეულის მასა, გ.

8. ნედლეულში და მზა პროდუქციაში პექტინური ნივთიერებების განსაზღვრა
 სპექტრომეტრირებით კარბაზოლის მეთოდით (AOAC Official Method). მეთოდი დაფუძნებულია ურონული მჟავების ურთიერთქმედებით კარბაზოლთან კონც. გოგირდმჟავას თანაობისას. კონც. გოგირდმჟავა შედის რეაქციაში პექტინურ

ნივთიერებებთან და წარმოქმნის ფურფუროლს, ეს უკანასკნელი კი კარბაზოლთან წარმოქმნის ფერად ნაერთს-იასამნისფერს, რომელიც იზომება 535nm-ზე.

9. წყლისა და მშრალი ნივთიერების განსაზღვრა სტანდარტული, თერმოგრავიმეტრიული მეთოდით (გოსტი 28561- 90);

მეთოდი ემყარება იმ გარემოებას, რომ ყოველი ტენის შემცველი მასალა, რომელსაც ვათავსებთ გარკვეული წნევისა (ატმოსფერული ან დაბალი) და ტემპერატურის (100 - 105° C – ს ტემპერატურაზე) პირობებში კარგავს ტენს.

წინასწარ მუდმივ წონაზე მიყვანილ ბიუქსში ვიღებდით საანალიზო ნიმუშს 3-დან 5 გრამამდე, ვათავსებდით საშრობ კარადაში 100 - 105° C – ს ტემპერატურაზე და ვაშრობდით მანამ, სანამ ნიმუში არ მივიდოდა მუდმივ წონამდე.

ტენისა და მშრალი ნივთიერების გაანგარიშებას ვახდენდით შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$\text{ტენის განსაზღვრა: } x = \frac{m - m_1}{m} 100\%$$

სადაც: X - ნედლეულში წყლის % -ლი შემცველობაა,

m - გასაშრობი ნედლეულის საწყისი მასა,

m₁- გამშრალი ნედლეულის მასა.

10. მშრალი ნივთიერების განსაზღვრა - რეფრაქტომეტრიული მეთოდით;

მშრალი ნივთიერების (%) განსაზღვრას წვენში ვახდენდით რეფრაქტომეტრიული მეთოდით. მეთოდი ემყარება სინათლის სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის დამოკიდებულებას ხსნარში გახსნილი ნივთიერების კონცენტრაციასთან. საკვლევი ნიმუშის რამოდენიმე წვეთს ვაწვეთებდით რეფრაქტომეტრის პრიზმაზე, რომელიც წინასწარ გასწორებულია გამოხდილ წყალზე და ვსაზღვრავდით მაჩვენებელს.

11. აქტიური მჟავიანობის pH-ის განსაზღვრა პოტენციომეტრიული მეთოდით (AOAC Official Method);

საანალიზო ხსნარში pH-ის განსაზღვრამდე ვამოწმებდით ხელსაწყოს სიზუსტეს რომელიმე ბუფერული ხსნარის მიხედვით. ამისათვის ელექტროდს ბუფერულ ხსნარში ვათავსებდით ისე, რომ მისი წვერო მთლიანად იყოს ჩაძირული ხსნარში. პოტენციომეტრის მონიტორი უნდა აჩვენებდეს განსაზღვრავად აღებული

ბუფერული ხსნარის შესაბამის pH-ის მნიშვნელობას. წინააღმდეგ შემთხვევაში ვახდენდით ხელსაწყოს დაკალიბრებას. განსაზღვრის წინ ელექტროდის წვეროს გამოხდილი წყლით გულდასმით ვრეცხავდით. მყარ ნედლეულში წყალბად იონების განსაზღვრისათვის ვიღებდით 20 გ ნიმუშის წონაკს, ვამატებდით ცხელ (80°C) წყალს და წყლის აბაზანაზე ვაცხელებდით 30 – 60 წთ-ის განმავლობაში 80°C ტემპერატურის პირობებში, პერიოდული შენჯღრევით. შემდეგ ვაცივებდით წყლის ჭავლის ქვეშ და მოცულობა მიგვყავდა 250 მლ-მდე გამოხდილი წყლით. კოლბის შემცველობის კარგად არევის შემდეგ, ვფილტრავდით ფილტრის ქაღალდით ან ბამბით და მიღებულ ფილტრატში ელექტროდის მოთავსებით ვსაზღვრავდით pH მნიშვნელობას ავტომატურ რეჟიმში. თხევადი პროდუქტების შემთხვევაში (წვენი) განსაზღვრას ვაწარმოებდით პირდაპირ საანალიზო სითხეში 2-3 ჯერ და pH მნიშვნელობას გამოვითვლიდით, როგორც სამი განსაზღვრის საშუალო არითმეტიკულს. (შენიშვნა! სხვაობა პარალელურ განსაზღვრებებს შორის არ უნდა აღემატებოდეს pH მაჩვენებლის 0,1 ერთეულს).

12. ტიტრული მჟავიანობის (საერთო მჟავიანობის) განსაზღვრა-პოტენციომეტრული გატიტრის მეთოდით (AOAC Official Method); მეთოდი დაფუძნებულია პოტენციომეტრულ გატიტრაზე, ნატრიუმის ტუტის სტანდარტული ხსნარით pH-8,1- მდე.

სტატისტიკური ანალიზი: თითოეულ მონაცემზე გამოთვლილ-ი იქნა სტანდარტული ცდომილება Excel-ის პროგრამის გამოყენებით. სარწმუნოების კოეფიციენტი $p \leq 0.05$.

თავი 3. ლურჯი მოცვის ნაყოფისა და წვენის ტექნიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის 17 ჯიშის ნიმუშში განსაზღვრული იქნა ორგანოლექტიკური და ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები (ნაყოფის ფორმა, ზომა, წონა, წვენის გამოსავლიანობა, ექსტრაქტული ნივთიერება, აქტიური მჟავიანობა pH, ტიტრული მჟავიანობა და მშრალი ნივთიერება (Brix). ნიმუშები აღებული იქნა სამომხმარებლო სიმწიფის პერიოდში მაისის ბოლოდან ივნისის შუა რიცხვებამდე. თითოეულ მაჩვენებელზე გავლენას ახდენს შემდეგი ფაქტორები, როგორცაა გარემო პირობები-მდებარეობა, კლიმატი, ნიადაგი, ასევე ნაყოფის სიმწიფის სტადია და ჯიშებს შორის გენეტიკური განსხვავებები.



სურათი 33. ლურჯი მოცვის ნაყოფის ტექნიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

ლურჯი მოცვის ნაყოფის ტექნიკური მაჩვენებლები

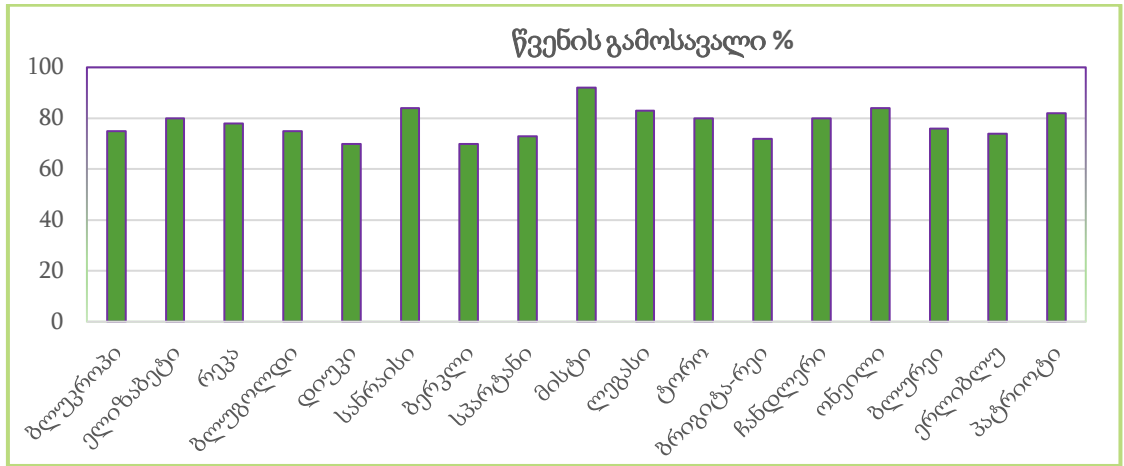
ცხრილი 1

№	ნიმუშის დასახელება	ლურჯი მოცვის ნაყოფის ტექნიკური მაჩვენებლები						
		ფერი	ფორმა	ზომა,მმ		მასა ერთი ცალის, გ	მოცულობა ერთი ცალის, მლ	გემო
				გრძივი ჭრილი	განივი ჭრილი			
1	ბლუკროპი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	14,24±0,21	12,5±0,19	1,35±0,02	1,4±0,01	მოტკბო-მომჟავო
2	ელიზაბეტი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	15,5±0,23	12,71±0,19	1,87±0,03	1,9±0,02	მოტკბო
3	რეკა	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	11,4±0,17	12,85±0,19	1,23±0,02	1,2±0,01	მოტკბო
4	ბლუგოლდი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	14,35±0,22	12,85±0,19	1,37±0,02	1,4±0,01	მომჟავო
5	დიუკი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	13,5±0,20	11,41±0,17	1,09±0,02	1,13±0,01	მოტკბო
6	სანრაისი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	15,85±0,24	12,46±0,19	1,29±0,02	1,33±0,01	მოტკბო
7	ბერკლი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	17,71±0,27	13,44±0,20	2,38±0,04	2,33±0,02	მოტკბო
8	სპარტანი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	17,64±0,26	13,74±0,21	2,28±0,04	2,27±0,02	მოტკბო
9	მისტი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	17,5±0,26	13,2±0,20	2,04±0,03	2,0±0,02	მოტკბო
10	ლეგასი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	13,74±0,21	11,6±0,17	1,55±0,03	1,6±0,02	მოტკბო-მომჟავო
11	ტორო	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	14,54±0,22	11,8±0,18	1,13±0,02	1,13±0,01	მოტკბო-მომჟავო
12	ბრიგიტა-რეი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	17,0±0,26	13,6±0,20	1,64±0,03	1,53±0,02	მომჟავო
13	ჩანდლერი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	15,12±0,23	19,28±0,29	2,42±0,04	2,5±0,03	მოტკბო-მომჟავო
14	ონეილი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	14,95±0,22	12,22±0,18	1,63±0,03	1,66±0,02	მოტკბო-მომჟავო
15	ბლურეი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	16,75±0,25	13,32±0,20	2,05±0,03	2,12±0,02	მომჟავო
16	ერლიბლუ	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	11,05±0,17	13,27±0,20	0,84±0,01	0,86±0,01	მოტკბო
17	პატრიოტი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	17,72±0,42	13,72±0,21	1,86±0,03	1,82±0,02	მომჟავო

საანალიზოდ აღებული ლურჯი მოცვის ნაყოფები ხასიათდება მუქი ლურჯი შეფერილობითა და მომრგვალო-ოვალური ფორმით. ლურჯი მოცვის გემო ძირითადად მოტკბოა, გამონაკლისს წარმოადგენს ბრიგიტა-რეი, ბლუგოლდი, პატრიოტი და ბლურეი, რომლებიც მჟავე გემოთი გამოირჩევიან. ლურჯი მოცვის ნაყოფის დიამეტრი მერყეობს 11,41±0,17 მმ-დან - 19,28±0,29 მმ-მდე, მასა კი 0,84±0,01-2,42±0,04 გ-ის ფარგლებში, ხოლო მოცულობა 0,86±0,01 - 2,5±0,03 მლ-ის ფარგლებში. ნაყოფის დიდი მასით გამოირჩევა ჩანდლერი 2,42±0,04 გ და ბერკლი 2,38±0,04 გ.

ერლიბლუს ნაყოფი კი ხასიათდება ყველაზე მცირე მასით $0,84 \pm 0,01$ გ [76] (სურათი 33, ცხრილი 1).

ლურჯი მოცვის წვენის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები



დიაგრამა 1. ლურჯი მოცვის ნაყოფის წვენის გამოსავალი, %

როგორც დიაგრამიდან ჩანს ლურჯი მოცვის ნაყოფებიდან წვენის გამოსავალი მერყეობს 70-92 %-ის ფარგლებში. მაღალი წვენის გამოსავლიანობით გამოირჩევა მისტი - 92%, შედარებით დაბალი გამოსავლიანობა დაფიქსირდა დიუკსა და ბერკლში 70-70% (დიაგრამა 1).

ლურჯი მოცვის სხვადასხვა ჯიშის ფიზიკურ - ქიმიური მაჩვენებლები

ცხრილი 2

№	ნიმუშის დასახელება	მშრალი ნივთიერება, (20 °C) %	კორექტირებული მშრალი ნივთიერება, (20°C)
1	ბლუკროპი	10,0±0,14	10,18±0,20
2	ელიზაბეტი	10,0±0,14	10,08±0,20
3	რეკა	10,0±0,14	10,12±0,20
4	ბლუგოლდი	8,0±0,11	8,1±0,16
5	დიუკი	10,0±0,14	10,1±0,20
6	სანრაისი	10,0±0,14	10,08±0,20
7	ბერკლი	10,0±0,14	10,2±0,20
8	სპარტანი	10,0±0,14	10,12±0,20
9	მისტი	10,0±0,14	10,08±0,20
10	ლეგასი	10,0±0,14	10,12±0,20
11	ტორო	11,0±0,15	11,08±0,22
12	ბრიგიტა-რეი	9,0±0,13	9,12±0,18
13	ჩანდლერი	10,0±0,14	10,2±0,20
14	ონეილი	10,0±0,14	10,1±0,20
15	ბლურეი	8,0±0,11	8,1±0,16
16	ერლიბლუ	11,0±0,15	11,1±0,22
17	პატრიოტი	9,0±0,13	9,12±0,18

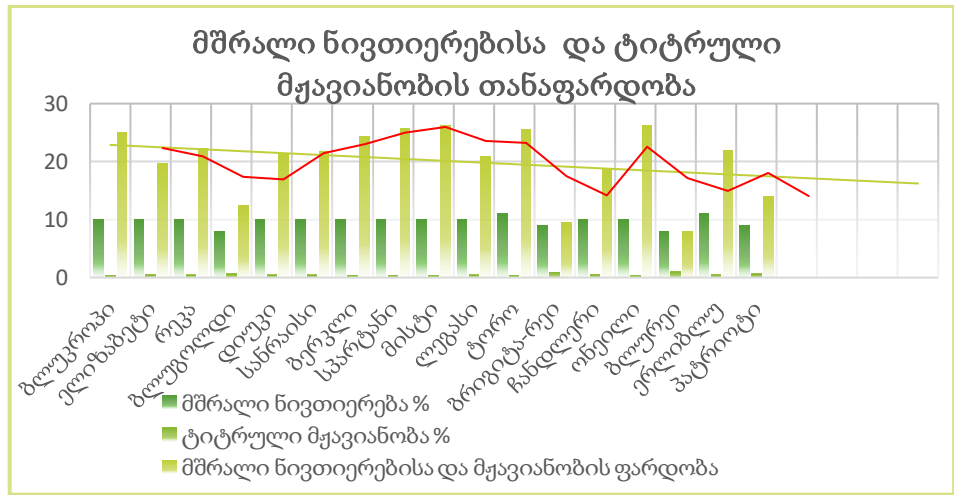
ლურჯი მოცვის წვენში მშრალი ნივთიერების განსაზღვრას ვაწარმოებდით რეფრაქტომეტრის საშუალებით. საანალიზოდ აღებულ ნიმუშებს შორის ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ბლუგოლდსა და ბლურეის ნაყოფში - $8,0 \pm 0,11\%$, ხოლო შედარებით მაღალი $11,0 \pm 0,15\%$ ტოროსა და ერლიბლუს ნაყოფში [77] (ცხრილი 2).

ლურჯი მოცვის წვენის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

ცხრილი 3

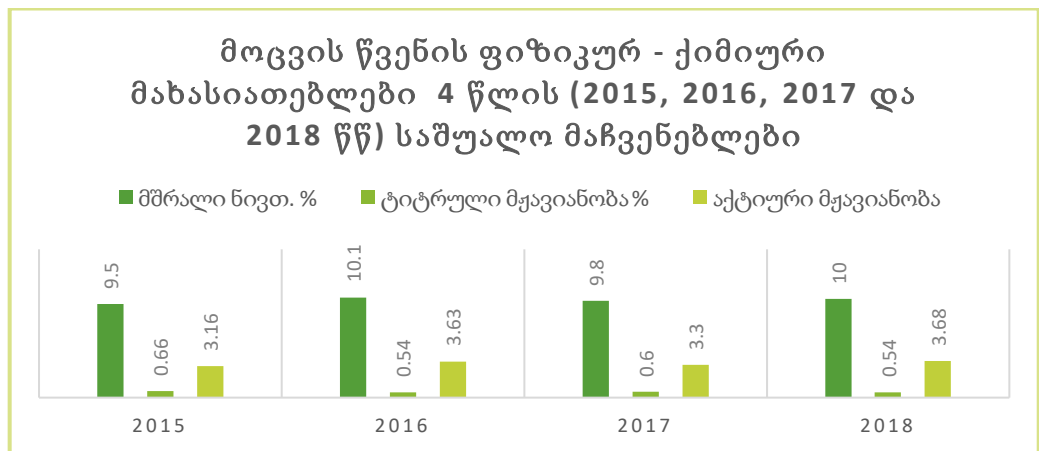
№	ნიმუშის დასახელება	აქტიური მჟავიანობა, pH	ტიტრული მჟავიანობა, %
1	ბლუკროპი	$3,5 \pm 0,08$	$0,40 \pm 0,01$
2	ელიზაბეტი	$4,0 \pm 0,09$	$0,51 \pm 0,01$
3	რეკა	$3,66 \pm 0,08$	$0,45 \pm 0,01$
4	ბლუგოლდი	$3,4 \pm 0,07$	$0,64 \pm 0,02$
5	დიუკი	$3,77 \pm 0,08$	$0,47 \pm 0,01$
6	სანრასი	$3,94 \pm 0,09$	$0,46 \pm 0,01$
7	ბერკლი	$3,78 \pm 0,08$	$0,41 \pm 0,01$
8	სპარტანი	$3,61 \pm 0,08$	$0,39 \pm 0,01$
9	მისტა	$3,51 \pm 0,08$	$0,38 \pm 0,01$
10	ლეგასი	$3,41 \pm 0,08$	$0,48 \pm 0,01$
11	ტორო	$3,73 \pm 0,08$	$0,43 \pm 0,01$
12	ბრიგიტა-რეი	$3,76 \pm 0,08$	$0,95 \pm 0,02$
13	ჩანდლერი	$3,33 \pm 0,07$	$0,53 \pm 0,01$
14	ონეილი	$4,22 \pm 0,09$	$0,38 \pm 0,01$
15	ბლურეი	$3,77 \pm 0,08$	$1,00 \pm 0,03$
16	ერლიბლუ	$3,99 \pm 0,09$	$0,50 \pm 0,01$
17	პატრიოტი	$3,42 \pm 0,07$	$0,64 \pm 0,02$

აქტიური მჟავიანობის - pH-ის მაჩვენებელი მერყეობდა $3,33 \pm 0,07$ - $4,22 \pm 0,09$ დიაპაზონში. ყველაზე დაბალი pH-ით ხასიათდება ჩანდლერი $3,33 \pm 0,07$, ყველაზე მაღალით კი ონეილი $4,22 \pm 0,09$, რაც შეეხება ტიტრულ მჟავიანობას, რომელთა გამოთვლას ვახდენდით ლიმონმჟავაზე გადაანგარიშებით (pH 8.1), მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირებული იქნა ბლურეიში - $1,00 \pm 0,03$ %, ხოლო დაბალი ონეილსა და მისტში $0,38 \pm 0,01$ - $0,38 \pm 0,01$ % (ცხრილი 3).



დიაგრამა 2. ლურჯი მოცვის ნაყოფის წვენის მშრალი ნივთიერებისა და ტიტრული მჟავიანობის თანაფარდობა

მოცვის ნაყოფის წვენში მშრალი ნივთიერებისა და ტიტრული მჟავების შემცველობის ფარდობა (შაქარ-მჟავა ინდექსი-Ratio) არ არის ერთნაირი (კორელაციის მრუდი არ არის სწორხაზოვანი), რაც განპირობებულია ჯიშებს შორის ტიტრული მჟავების სხვადასხვა შემცველობით, მიუხედავად მშრალი ნივთიერების თანაბარი შემცველობისა. რაც პირდაპირ პროპორციულად აისახება ნაყოფის ორგანოლექტიკურ მახასიათებლებზე, როცა ეს თანაფარდობა 10 ერთეულის ფარგლებშია ნაყოფი ხასიათდება მჟავე გემოთი, 15 – 17 ერთეულის ფარგლებში მოტკბო-მომჟავო, ხოლო 20 – 25 შემთხვევაში ნაყოფი ტკბილია. შესაბამისად ეს მახასიათებელი შეიძლება გამოყენებული იქნას ნაყოფის სიმწიფის, მოსავლის აღების ვადის დასადგენად (დიაგრამა 2).



დიაგრამა 3. 2015, 2016, 2017 და 2018 წლის მოცვის მოსავალში წვენის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები

2015, 2016, 2017 და 2018 წლის მოცვის მოსავალის ნაყოფების წვენის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები (საშუალო მონაცემების მიხედვით) მკვეთრად არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, კერძოდ, მშრალი ნივთიერების მაჩვენებელი 9,5 – 10,1%, აქტიური მჟავიანობა - pH 3,16 – 3,68 და ტიტრული მჟავიანობა 0,54 – 0,66 % (დიაგრამა 3). რაც სავარაუდოდ განპირობებულია გაზაფხული - ზაფხულის ერთნაირი ოპტიმალური ტემპერატურული რეჟიმით.

ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები შედარებული იქნა სხვა ქვეყნებში ჩატარებულ კვლევებთან. მცენარე ძირითადად ინტროდუცირებულია ამერიკის შეერთებული შტატებიდან, სადაც მოცვის წვენში მშრალი ნივთიერების შემცველობა 12,3 – 12,9%, რაც ჩვენს მაჩვენებლებს 2-3%-ით აღემატება. არსებობს კლაიმაქსის ჯიში, სადაც ნაყოფებში მშრალი ნივთიერება ძალიან მაღალი 17,6 % -ია, მაგრამ ეს ჯიში არ არის ინტროდუცირებული [92]. კორეაში გაშენებული მოცვის ნიმუშების უმეტესობაში მოცემული მახასიათებლები მკვეთრად არ განსხვავდება ჩვენი მონაცემებისაგან, მაგ: ბლუკროპი 9,8%, ტორო 9,3%, პატრიოტი 9,8%, დიუკი 9,7%, ერლიბლუ 11,6% და ა.შ [52]. ევროპის ქვეყნებში მშრალი ნივთიერების მაჩვენებელია 9,8 – 12,7% [93], ხოლო ტიტრული მჟავიანობა კორეის ნაყოფებში მერყეობს 0,78 – 3,6% [52], ხოლო ევროპაში 1,4 – 2,4% [93]. შედარებით დაბალია ამერიკის მონაცემები 0,5 – 0,9% [92], ჩვენთან ინტროდუცირებული მცენარეების ნაყოფების ტიტრული მჟავიანობა ახლოსაა ამერიკის მონაცემებთან.

თავი 4. ლურჯი მოცვის ორგანულ ნაერთთა თვისობრივი კვლევა HPLC და UPLC-MS მეთოდით

4.1. ლურჯი მოცვის ანტოციანების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფითა (HPLC) და ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი (UPLC- PDA-MS) დიფრაქციული არისა და მას-სპექტრული დეტექტორით

შესწავლილი იქნა დასავლეთ საქართველოში ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის ანტოციანები, კერძოდ მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფითა (HPLC) და ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი მას-სპექტრული დეტექტორით (UPLC -PDA-MS) გამოყოფილი და იდენტიფიცირებული იქნა, როგორც აგლიკონები, ასევე გლიკოზიდები. ქრომატოგრაფიულ დაყოფამდე ვახდენდით ნიმუშის მომზადებას ქრომატოგრაფირებისათვის, რაც მოიცავს საანალიზო ნიმუშის ექსტრაქციას, ექსტრაქტის დაკონცენტრირებასა და შემდგომ ეტაპზე ნაერთების ფრაქციონირებას მყარფაზოვანი ექსტრაქციით. მოცვის ნაყოფის (10გ) ექსტრაქცია განვახორციელეთ შემჟავებული (0,1%) მეთანოლით დაბალი ტემპერატურის პირობებში (-25°C დაყოვნებით). შემდეგ მიღებული ექსტრაქტი დავაკონცენტრირეთ ვაკუუმურ პირობებში 40°C ტემპერატურაზე. მიღებული ექსტრაქტის დასაყოფად, (ნახშირწყლები, ორგანული მჟავები, ფენოლკარბონმჟავები და ანტოციანური კომპლექსი) გამოვიყენეთ მყარფაზოვანი ექსტრაქცია, რაც გულისხმობს ნიმუშის გატარებას Waters Sep-Pak C18 (500 მგ) კარტრიჯზე. ნიმუშის დატანამდე ვახდენდით სვეტის გააქტიურებას მეთანოლით და შემდეგ სორბენტის გაწონასწორებას წყლით.

სორბენტზე ნიმუშის დატანის შემდეგ კარტრიჯის დამუშავებას ვახდენდით შემჟავებული (0,1 %) წყლით ნახშირწყლებისა და ორგანული მჟავების დასაყოფად და მიღებული ფრაქციების შეგროვებას ნაერთთა იდენტიფიკაციისათვის. შემდგომ ეტაპზე ვახდენდით ფენოლკარბონმჟავების ფრაქციონირებას ეთილაცეტატით და ბოლოს ანტოციანების ელუირებას შემჟავებული მეთანოლით. მიღებული ელუანტის დაკონცენტრირების შემდეგ ნიმუში გავფილტრეთ „Waters Acrodisc LC PVDF Filter 13 mm 0,45µm“ ფილტრში.

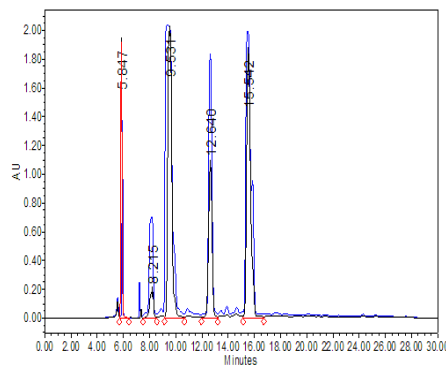
ანტოციანების კვლევა განვახორციელეთ HPLC-ით, C18 ანალიზურ და პრეპარატულ სვეტზე. ელუენტი A: წყალი/ჰიანჰველმჟავა/აცეტონიტრილი (87:10:3); ელუენტი B: წყალი/ჰიანჰველმჟავა/აცეტონიტრილი (40:10:50); გრადიენტი (0-15 წთ-6%-დან 30% B, 30 წთ 50% B, 35 წთ 60% B, 41-45 წთ 6 % B). დეტექტირება 518 ნმ. UPLC-MS ანალიზი BEN C18, 1.7 μ m, BENAmide1.7 μ m, სვეტი. ელუენტი აცეტონიტრილი, ჰიანჰველმჟავა, (gradient), Flow 0,4 ml/min, სვეტის ტემპერატურა 50 $^{\circ}$ C, MS- scan 200-1200 da, Probe 500 $^{\circ}$ C, Positive 0,8 kV, კაპილარი 1,5 kV, CV -15.

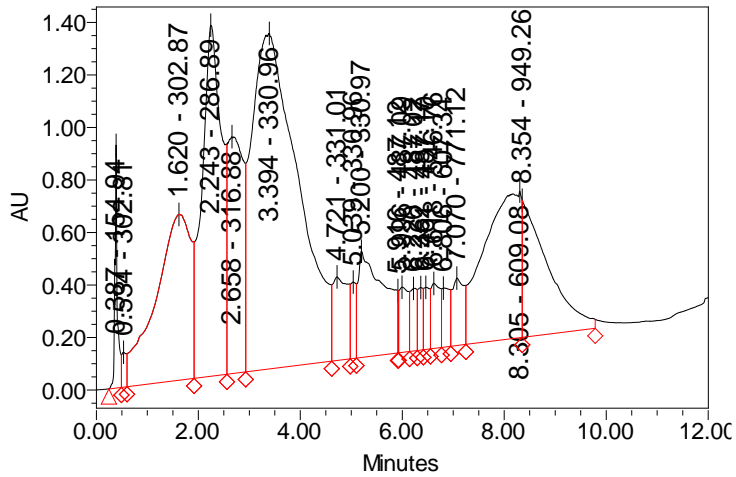
იდენტიფიცირებულია, როგორც აგლიკონები, ასევე გლიკოზიდები. აგლიკონების იდენტიფიკაციისათვის განვახორციელეთ ნაერთების ჰიდროლიზი 6M მარილმჟავასთან გაცხელებით.

ნივთიერებათა იდენტიფიკაციას ვახდენდით სტანდარტული ნაერთების გამოყენებით და ნივთიერებათა მასის <https://metlin.scripps.edu> თავისუფალი ბაზის საშუალებით, ასევე რეცენზირებული ლიტერატურული გამოცემების მონაცემების შედარებით.

ზემოთ აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა ერთდროულად ჩატარდეს რამდენიმე ნაერთის კვლევა, მათი იდენტიფიკაციის სარწმუნოება გაცილებით მაღალია. დგინდება, როგორც ნაერთის ქრომატოგრაფიული მახასიათებლები, ასევე სპექტრული და მას-სპექტრული მახასიათებლები. ნაერთების იდენტიფიკაციისათვის მნიშვნელოვანია მათი ფრაგმენტაცია და ასევე მათი მასების ცვლილება (იონთა მიმატების ხარჯზე) და შთანთქმის მაქსიმუმების მნიშვნელობა UV არეში.

მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირებისას იდენტიფიცირებული იქნა 5 აგლიკონი: პეტუნდინი, პეონდინი, მალვიდინი, დელფინიდინი და ციანიდინი (სურათი 34. ცხრილი 4).

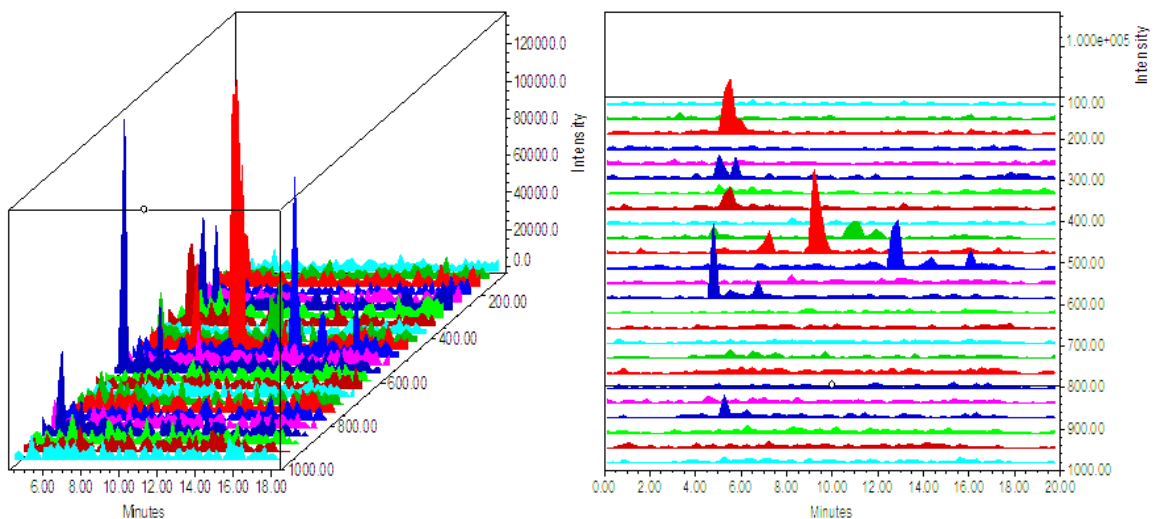




სურათი 34. ლურჯი მოცვის ნაყოფების აგლიკონების ქრომატოგრამა
 ლურჯი მოცვის ნაყოფების შემადგენლობაში შემავალი აგლიკონები

ცხრილი 4

№	დასახელება	შეკვების დრო	ფართობი	ფართობის %	რაოდენობა	ერთეული
1	დელფინიდინი	1,625	30491398	11,78	0,39±0,008	მგ/ლ
2	ციანიდინი	2,243	36198708	13,99	0,46±0,009	მგ/ლ
3	პეტუნიდინი	2,640	19118594	7,39	0,24±0,005	მგ/ლ
4	პეონიდინი	3,373	2083539	0,83	0,03±0,001	მგ/ლ
5	მალვიდინი	3,394	80914429	31,27	1,03±0,021	მგ/ლ



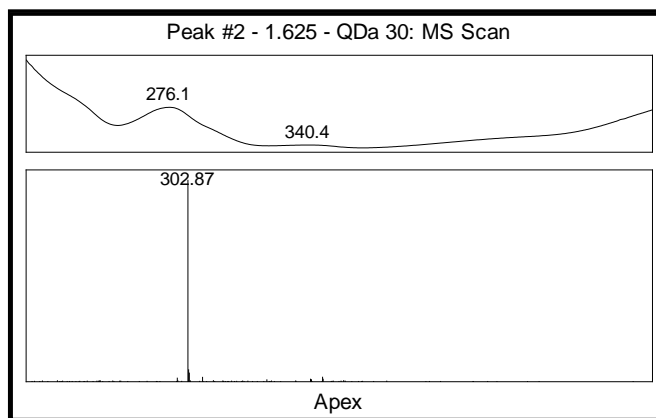
სურათი 35. ლურჯი მოცვის ნაყოფების აგლიკონების UPLC-MS ქრომატოგრამა 3D ფორმატში, scan.

როგორც ქრომატოგრამებიდან და ცხრილიდან ჩანს ლურჯი მოცვის შემადგენლობაში შემავალი აგლიკონებიდან დომინანტ აგლიკონებს წარმოადგენს მალვიდინი და ციანიდინი, ხოლო ყველაზე მცირე შემცველობით გამოირჩევა პეონიდინი (სურათი 34, 35. ცხრილი 4).

შესწავლილია სხვადასხვა ქვეყნის ტერიტორიაზე გაშენებული ლურჯი მოცვის აგლიკონები. ლიტერატურული მონაცემებით ლიტვაში, რუსეთსა და ბელორუსიის ტერიტორიაზე მოყვანილ მოცვის ნიმუშებში დომინანტი აგლიკონი იყო ციანიდინი, მას მოჰყვებოდა თანაბარი რაოდენობით დელფინიდინი და პეტუნიდინი, ხოლო შვედეთის ლურჯი მოცვის ნაყოფის დომინანტი აგლიკონი ციანიდინი და მალვიდინია [17]. ამერიკისა და კანადის ტერიტორიაზე მოწეულ ნიმუშებში დომინანტი აგლიკონია ციანიდინი და დელფინიდინი [115].

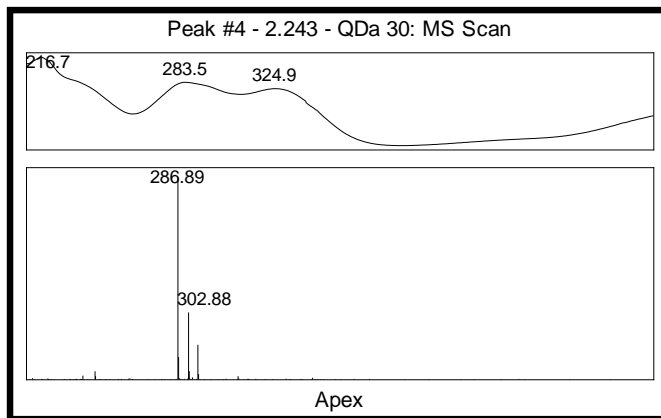
კვლევების მეტი სარწმუნოებისათვის მიღებული აგლიკონების კვლევა ასევე განხორციელდა ქრომატო-მას-სპექტრული დეტექტირების მეთოდით. დადგენილი იქნა 5 აგლიკონის პეტუნიდინის (m/z 317), პეონიდინის (m/z 301), მალვიდინის (m/z 331), დელფინიდინისა (m/z 303) და ციანიდინის (m/z 287) არსებობა.

ნივთიერება 1 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 302,87 მოლეკულური მასით; შეკავების დრო 1,625 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276,1 ნმ-ზე ფიქსირდება (სურათი 36), ხოლო ხილულ არეში 518 ნმ-ზე. ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 1 შეესაბამება დელფინიდინს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{15}H_{11}O_7$ მოლეკულური მასა 303,30.



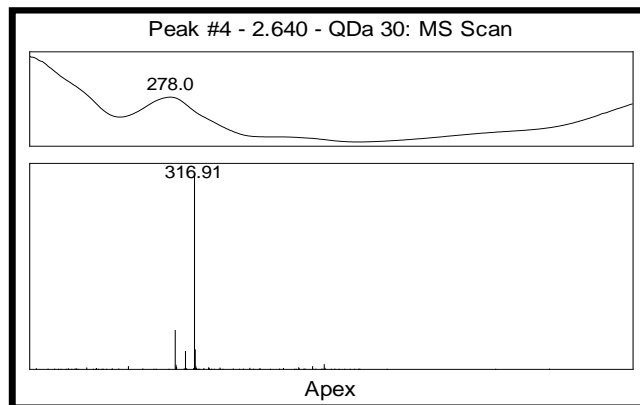
სურათი 36. ნივთიერება 1 UPLC-PDA-MS სპექტრი

ნივთიერება 2 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 286,89 მოლეკულური მასით; შეკავების დრო 2,243 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 283,5 ნმ-ზე ფიქსირდება (სურათი 37), ხოლო ხილულ არეში 518 ნმ-ზე. ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 2 შეესაბამება ციანიდინს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{15}H_{11}O_6$ მოლეკულური მასა 287,24.



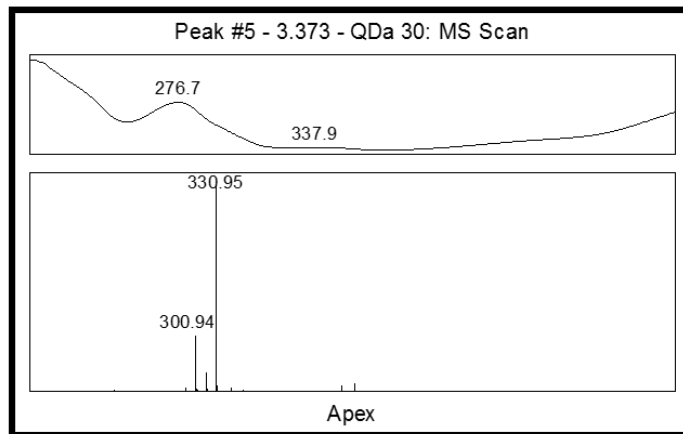
სურათი 37. ნივთიერება 2 UPLC-PDA-MS სპექტრი

ნივთიერება 3 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 316,91 მოლეკულური მასით; შეკავების დრო 2,640 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 278,0 ნმ-ზე ფიქსირდება (სურათი 38), ხოლო ხილულ არეში 518 ნმ-ზე. ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 3 შეესაბამება პეტუნინს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{16}H_{13}O_7$ მოლეკულური მასა 317,27.



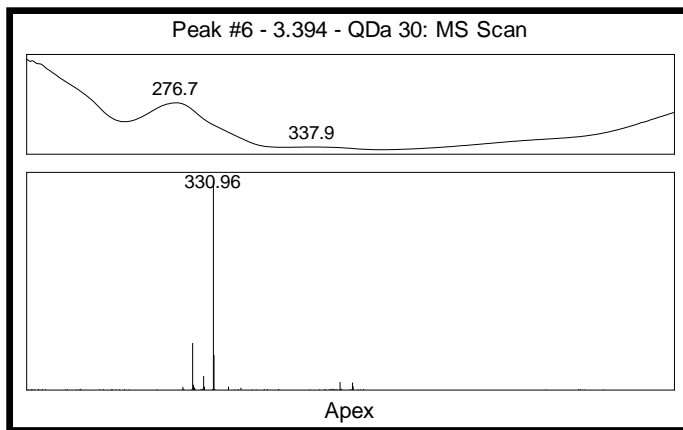
სურათი 38. ნივთიერება 3 UPLC-PDA-MS სპექტრი

ნივთიერება 4 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 300,94 მოლეკულური მასით; შეკავების დრო 3,373 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276,7 ნმ-ზე ფიქსირდება (სურათი 39), ხოლო ხილულ არეში 518 ნმ-ზე. ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 4 შეესაბამება პეონიდინს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{16}H_{13}O_6$ მოლეკულური მასა 301,27.

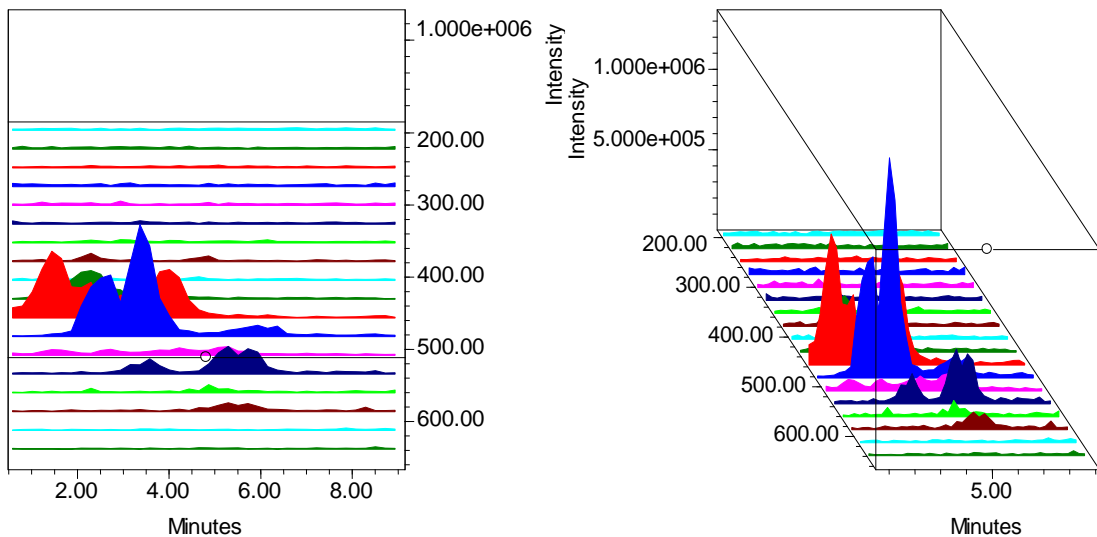
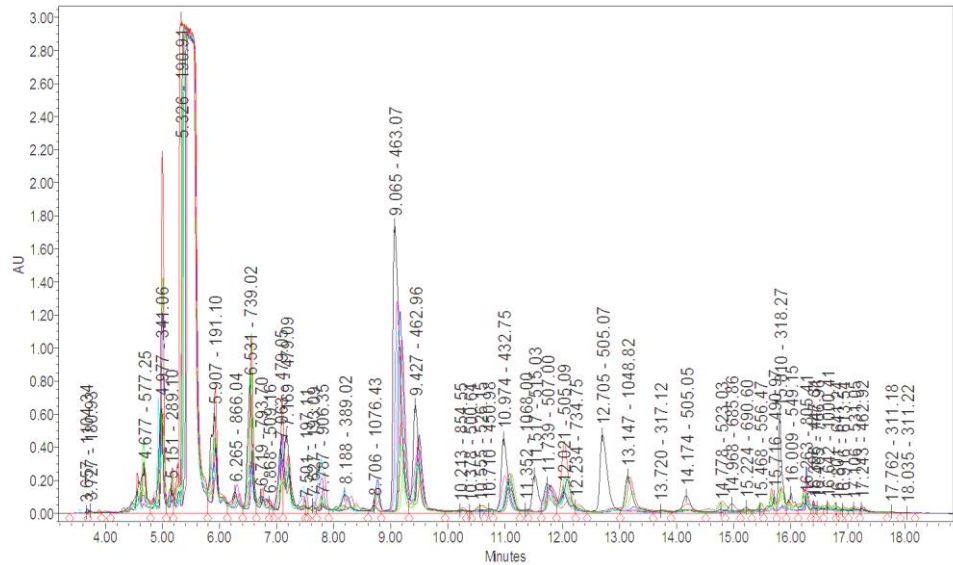


სურათი 39. ნივთიერება 4 UPLC-PDA-MS სპექტრი

ნივთიერება 5 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 330,96 მოლეკულური მასით; შეკავების დრო 3,394 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276,7 ნმ-ზე ფიქსირდება (სურათი 40), ხოლო ხილულ არეში 518 ნმ-ზე. ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 5 შეესაბამება მალვიდინს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{17}H_{15}O_7$ მოლეკულური მასა 331,30.



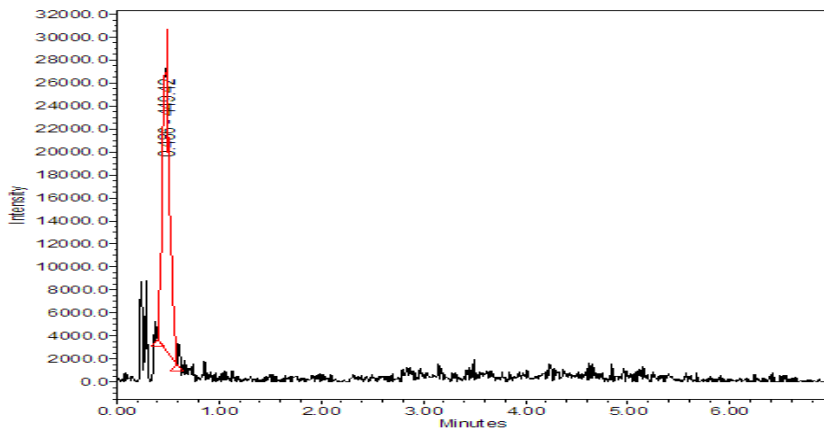
სურათი 40. ნივთიერება 5 UPLC-PDA-MS სპექტრი



სურათი 41. სხვადასხვა ჯიშის ლურჯი მოცვის ნაყოფების ანტოციანების ქრომატოგრამა

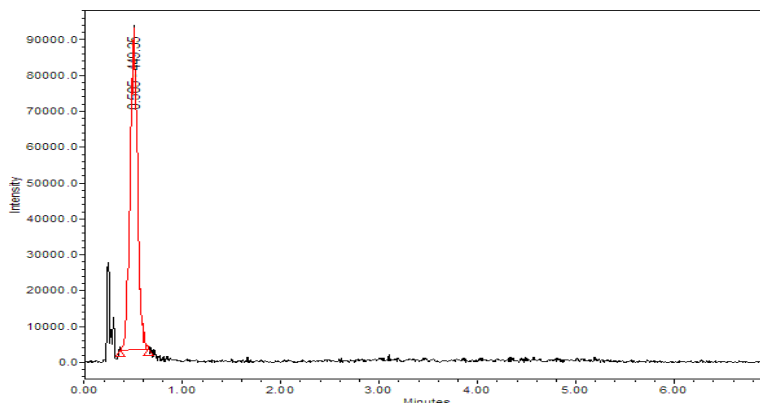
UPLC-PDA-MS მეთოდის გამოყენებით დასავლეთ საქართველოში ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის ნაყოფიდან იდენტიფიცირებულია შემდეგი ანტოციანური გლიკოზიდები [სურათი 41]:

ნივთიერება 6 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 449,00 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 286; შეკავების დრო 0,486 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 280 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 511 ნმ-ზე (სურათი 42). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 6 შეესაბამება ციანიდინ-3-O-გალაქტოზიდის, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{21}H_{21}O_{11}$ მოლეკულური მასა 449,4.



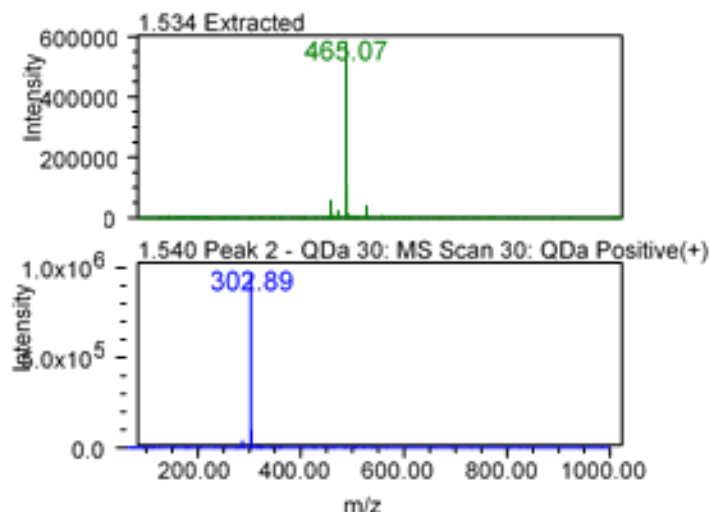
სურათი 42. ნივთიერება 6 ქრომატოგრამა

ნივთიერება 7 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 449,14 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 286,98; შეკავების დრო 0,505 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 280 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 517 ნმ-ზე (სურათი 43). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 7 შეესაბამება ციანიდინ-3-*O*-გლუკოზიდის, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{21}H_{21}O_{11}$ მოლეკულური მასა 449,4.



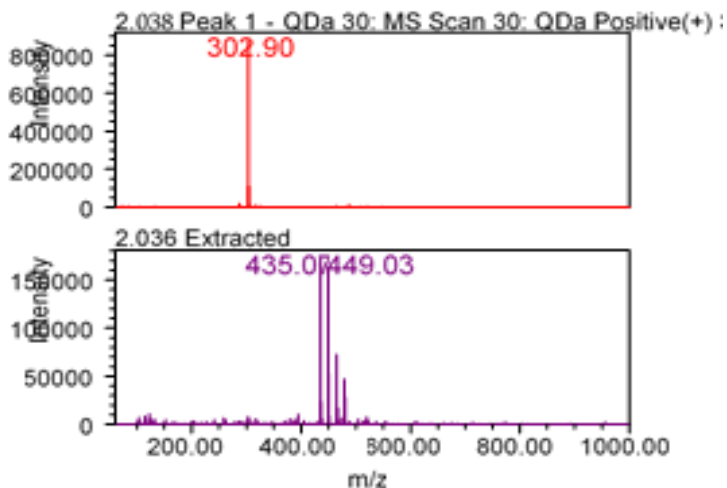
სურათი 43. ნივთიერება 7 ქრომატოგრამა

ნივთიერება 8 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 465,07 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 302,89; შეკავების დრო 1,534 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 523 ნმ-ზე (სურათი 44). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 8 შეესაბამება დელფინიდინ-3-*O*-გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{21}H_{21}O_{12}$ მოლეკულური მასა 465,4.



სურათი 44. ნივთიერება 8 ქრომატოგრამა

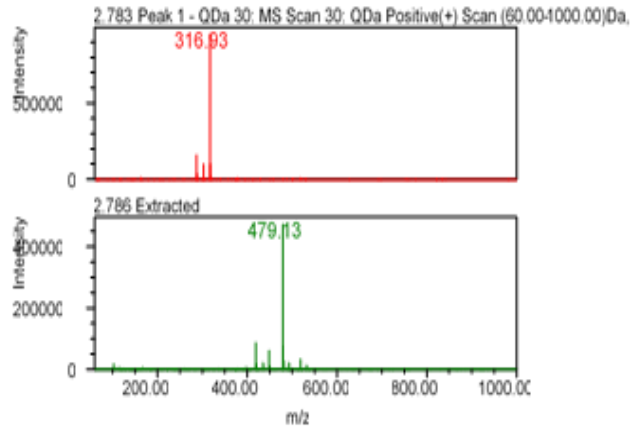
ნივთიერება 9 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 435,07 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 302,90; შეკავების დრო 2,036 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 523 ნმ-ზე (სურათი 45). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 9 შეესაბამება დელფინიდინ-3-O-არაბინოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{20}H_{19}O_{11}$ მოლეკულური მასა 435,4.



სურათი 45. ნივთიერება 9 ქრომატოგრამა

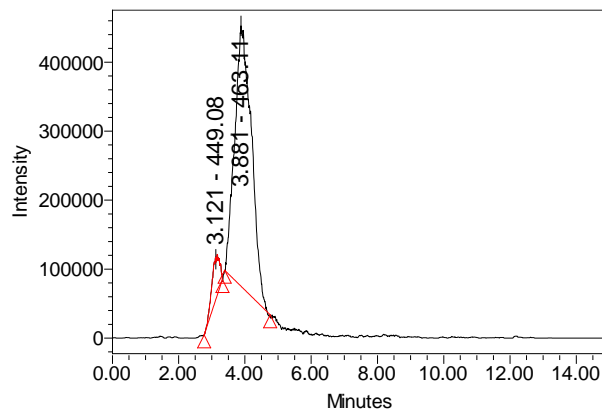
ნივთიერება 10 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 479,13 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 316,93; შეკავების დრო 2,786 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ

არეში 523 ნმ-ზე (სურათი 46). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 10 შეესაბამება პეტუნინდინ-3-O-გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{22}H_{23}O_{12}$ მოლეკულური მასა 479,4.



სურათი 46. ნივთიერება 10 ქრომატოგრამა

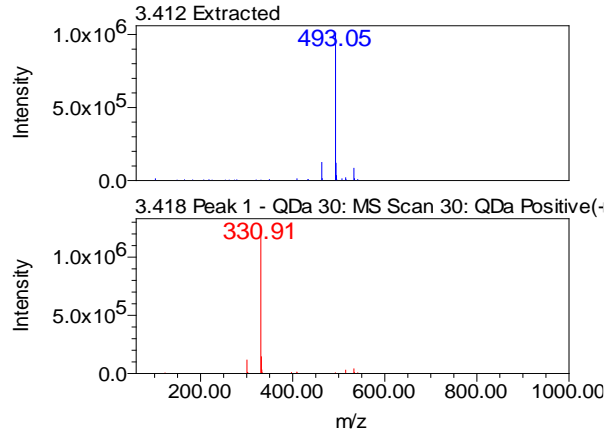
ნივთიერება 11 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 449,08 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 316,93; შეკავების დრო 3,121 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 526 ნმ-ზე (სურათი 47). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 11 შეესაბამება პეტუნინდინ-3-O-არაბინოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{21}H_{21}O_{11}$ მოლეკულური მასა 449,4.



სურათი 47. ნივთიერება 11 ქრომატოგრამა

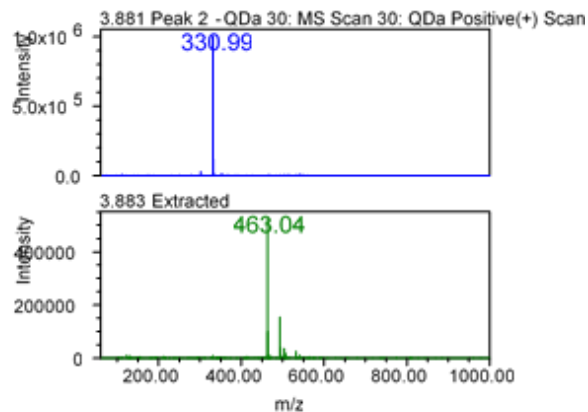
ნივთიერება 12 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 493,05 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 330,91; შეკავების დრო 3,412 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ

არეში 527 ნმ-ზე (სურათი 48). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 12 შეესაბამება მალვიდინ-3-O-გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{23}H_{25}O_{12}$ მოლეკულური მასა 493,43.



სურათი 48. ნივთიერება 12 ქრომატოგრამა

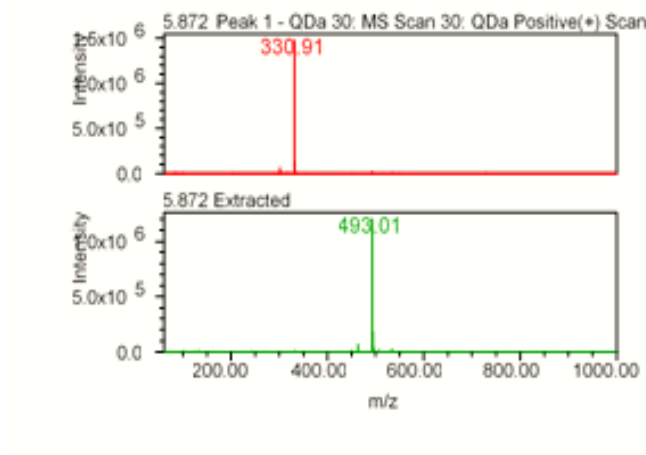
ნივთიერება 13 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 463,04 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 330,99; შეკავების დრო 3,881 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 527 ნმ-ზე (სურათი 49). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 13 შეესაბამება მალვიდინ-3-O-არაბინოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{22}H_{23}O_{11}$ მოლეკულური მასა 463,4.



სურათი 49. ნივთიერება 13 ქრომატოგრამა

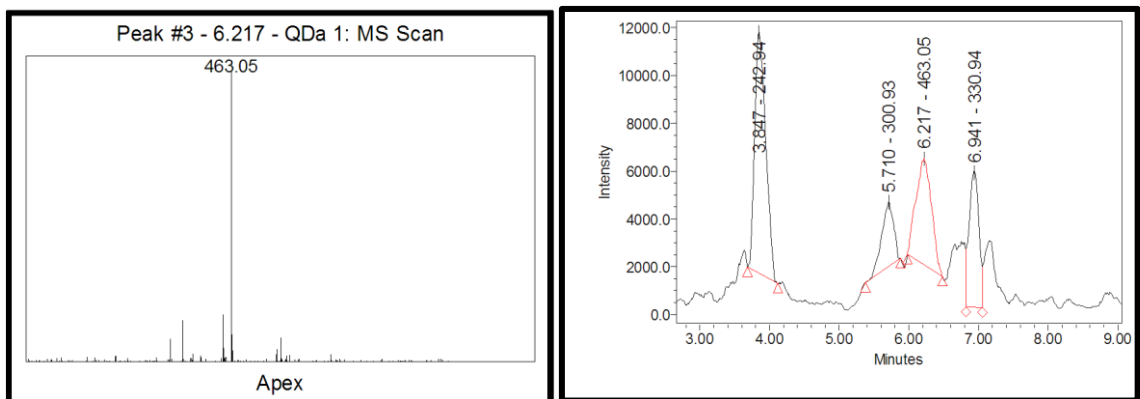
ნივთიერება 14 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 493,01 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 330,91; შეკავების დრო 5,872 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ

არეში 527 ნმ-ზე (სურათი 50). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 14 შეესაბამება მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{23}H_{25}O_{12}$ მოლეკულური მასა 493,43.



სურათი 50. ნივთიერება 14 ქრომატოგრამა

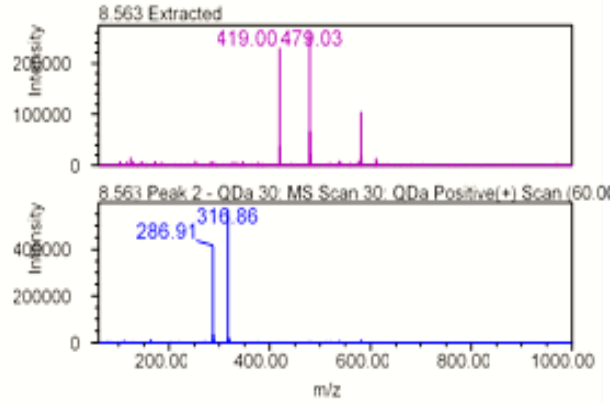
ნივთიერება 15 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 463,05 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 300,93; შეკავების დრო 6,217 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 279 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 520 ნმ-ზე (სურათი 51). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 15 შეესაბამება პეონიდინ-3-O-გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{22}H_{23}O_{11}$ მოლეკულური მასა 463,41.



სურათი 51. ნივთიერება 15 ქრომატოგრამა

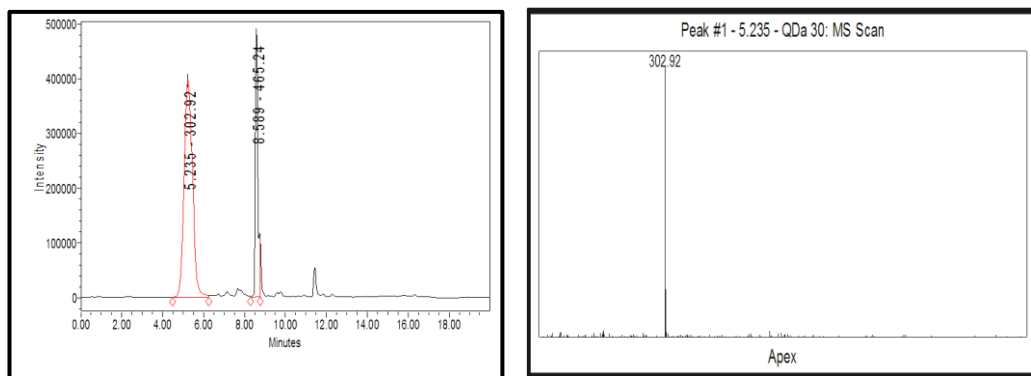
ნივთიერება 16 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 419,00 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 286,91; შეკავების დრო 8,563 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 280 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ

არეში 517 ნმ-ზე (სურათი 52). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 16 შეესაბამება ციანიდინ-3-O-არაბინოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{20}H_{19}O_{10}$ მოლეკულური მასა 419,4.



სურათი 52. ნივთიერება 16 ქრომატოგრამა

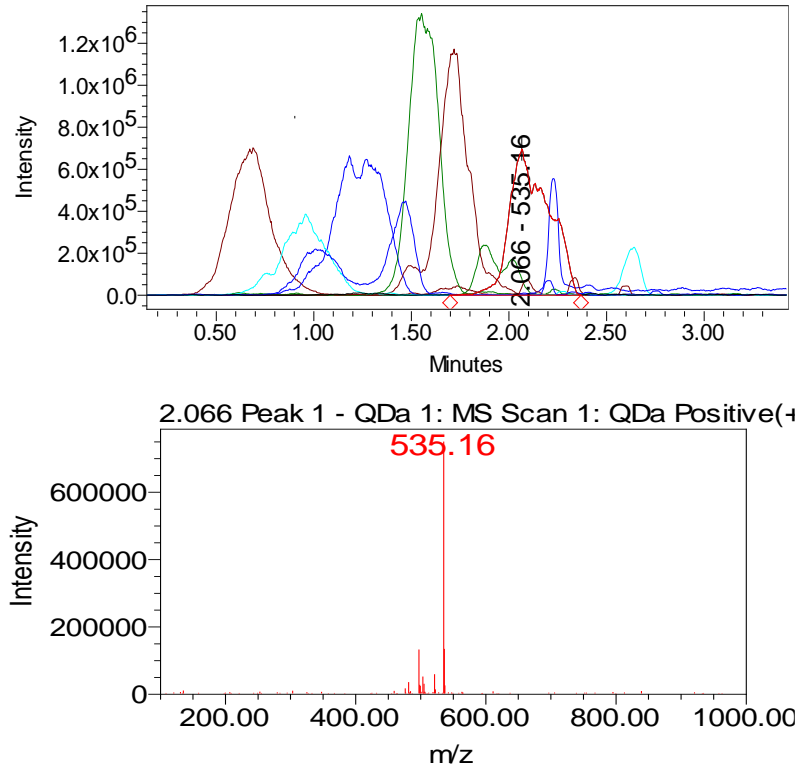
ნივთიერება 17 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 465,024 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 302,03; შეკავების დრო 8,589 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 525 ნმ-ზე (სურათი 53). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 17 შეესაბამება დელფინიდინ-3-O-გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{21}H_{21}O_{12}$ მოლეკულური მასა 465,4.



სურათი 53. ნივთიერება 17 ქრომატოგრამა

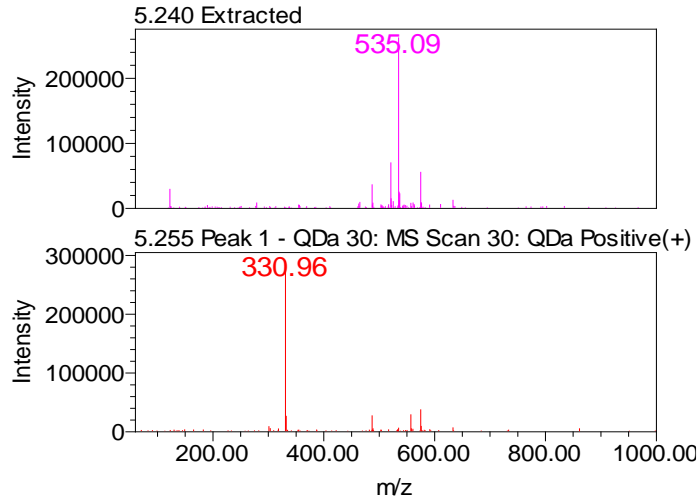
ნივთიერება 18 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 535,16 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 330; შეკავების დრო 2,066 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 527

ნმ-ზე (სურათი 54). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 18 შეესაბამება მალვიდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{25}H_{27}O_{13}$ მოლეკულური მასა 535,47.



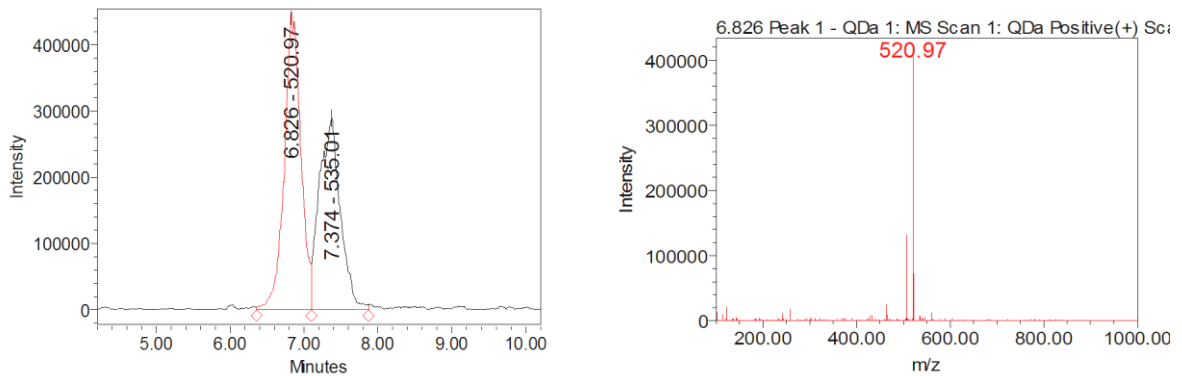
სურათი 54. ნივთიერება 18 ქრომატოგრამა

ნივთიერება 19 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 535,09 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 330,96; შეკავების დრო 5,240 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 527 ნმ-ზე (სურათი 55). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 19 შეესაბამება მალვიდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{25}H_{27}O_{13}$ მოლეკულური მასა 535,5.



სურათი 55. ნივთიერება 19 ქრომატოგრამა

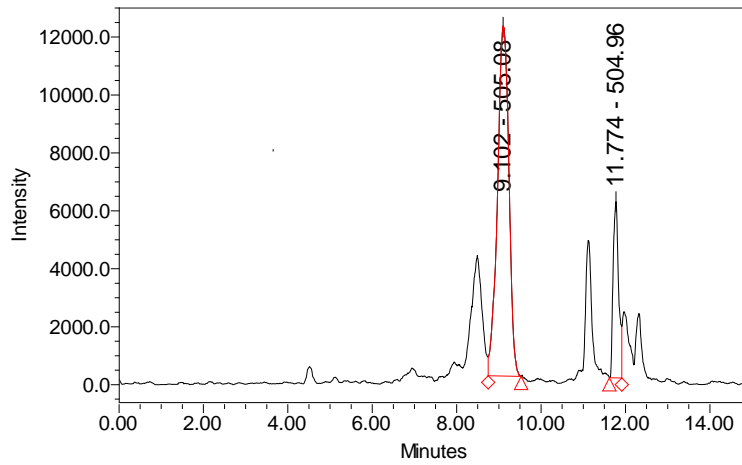
ნივთიერება 20 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 520,97 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 316; შეკავების დრო 6,826 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 526 ნმ-ზე (სურათი 56). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 20 შესაბამეა პეტუნინ-3-O-(6"აცეტილ)გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{24}H_{25}O_{13}$ მოლეკულური მასა 521,4



სურათი 56. ნივთიერება 20 ქრომატოგრამა

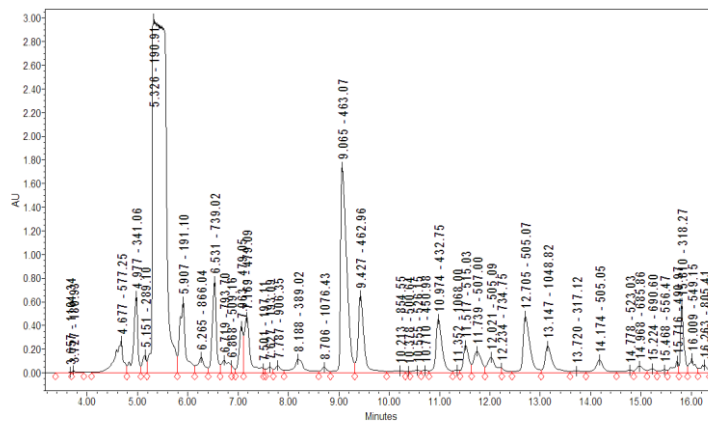
ნივთიერება 21 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ -m/z 505,08 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 300; შეკავების დრო 9,102 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 526 ნმ-ზე (სურათი 57). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 21

შეესაბამება პეონიდინ-3-O-(6"აცეტილ)გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - C₂₄H₂₅O₁₂ მოლეკულური მასა 505,45.

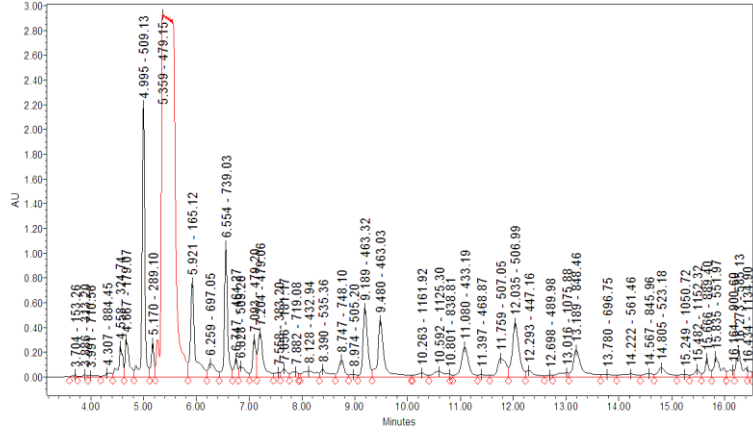


სურათი 57. ნივთიერება 21 და ნივთიერება 22 ქრომატოგრამა

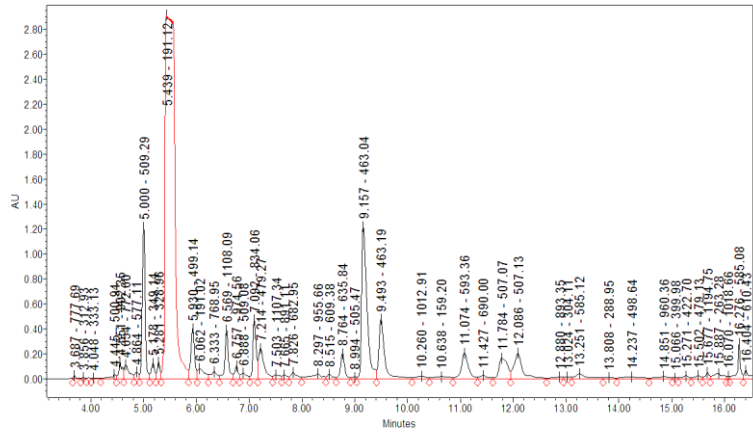
ნივთიერება 22 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება [M-H]⁺-m/z 504,96 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 316; შეკავების დრო 11,774 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 526 ნმ-ზე (სურათი 57). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 22 შეესაბამება პეონიდინ-3-O-(6"აცეტილ)გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - C₂₄H₂₅O₁₂ მოლეკულური მასა 505,4.



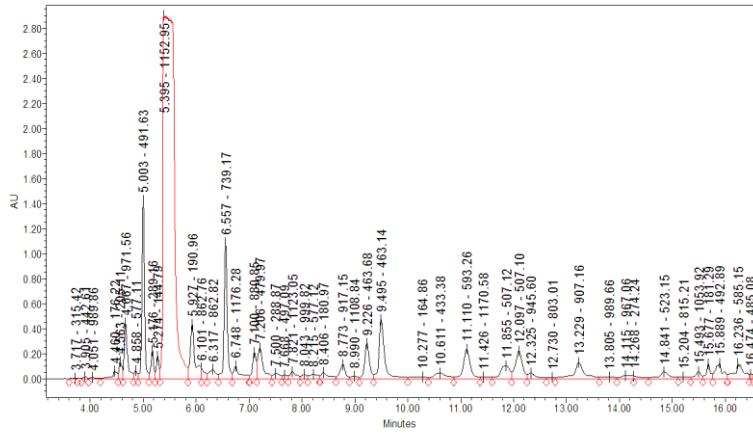
A



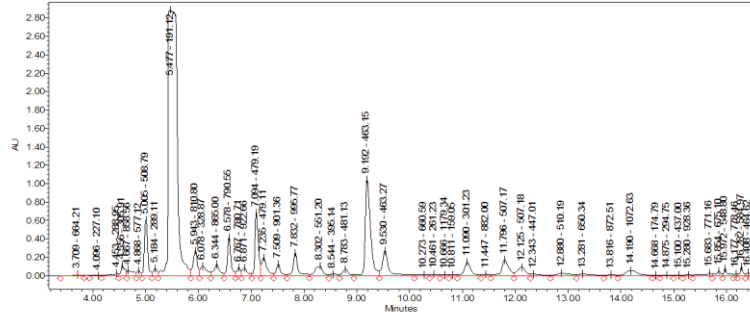
E



F



G



H

სურათი 58. ლურჯი მოცვი ანტოციანების HPLC ქრომატოგრამა: A- ელიზაბეტი; B- რეკა; C- ბლუგოლდი; D- ბრიგიტა-რეი; E- ბერკლი; F- სპარტანი; G- ლეგასი და H- ბლუკროპი.

ლურჯი მოცვის - ელიზაბეტის, რეკას, ბლუგოლდისა და ბრიგიტა-რეის ნაყოფების ანტოციანური გლიკოზიდების შემცველობა

ცხრილი 5

№	ანტოციანური გლიკოზიდები	ლურჯი მოცვის ანტოციანები, მგ/100გ			
		ელიზაბეტი	რეკა	ბლუგოლდი	ბრიგიტარეი
1	ციანიდინ-3-O-გალაქტოზიდი	10,34±0,21	6,08±0,12	13,93±0,28	8,34±0,17
2	ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი	11,65±0,23	10,74±0,21	4,10±0,08	28,35±0,7
3	დელფინიდინ-3-O-გალაქტოზიდი	137,15±2,74	125,04±2,5	153,03±3,06	279,91±5,60
4	დელფინიდინ-3-O-არაბინოზიდი	14,56±0,29	12,18±0,24	10,20±0,20	27,08±0,54
5	პეტუნიდინ-3-O-გალაქტოზიდი	13,12±0,26	14,61±0,29	4,87±0,10	11,16±0,22
6	პეტუნიდინ-3-O-არაბინოზიდი	7,68±0,15	4,91±0,10	5,29±0,11	17,48±0,35
7	მალვიდინ-3-O-გალაქტოზიდი	11,74±0,23	7,46±0,15	8,19±0,16	8,57±0,17
8	მალვიდინ-3-O-არაბინოზიდი	6,72±0,13	4,64±0,09	5,89±0,12	25,70±0,51
9	მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდი	38,40±0,77	9,72±0,19	15,43±0,31	9,14±0,18
10	პეონიდინ-3-O-გალაქტოზიდი	15,55±0,31	9,05±0,18	6,34±0,13	14,72±0,29
11	ციანიდინ-3-O-არაბინოზიდი	6,82±0,14	8,21±0,16	11,06±0,22	11,04±0,22
12	დელფინიდინ-3-O-გლუკოზიდი	12,22±0,24	5,13±0,10	7,09±0,14	67,22±1,34
13	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი	7,30±0,15	8,06±0,16	29,93±0,60	25,42±0,51
14	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	6,27±0,13	8,93±0,18	11,45±0,23	17,60±0,35
15	პეტუნიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	13,70±0,27	4,59±0,09	7,62±0,15	13,05±0,26
16	პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი	8,51±0,17	4,76±0,10	7,65±0,15	13,86±0,28
17	პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	8,77±0,18	5,41±0,11	6,79±0,14	7,53±0,15
ჯამი		330,50±6,61	249,51±4,99	308,87±6,18	586,16±11,72

**ლურჯი მოცვის - ბერკლის, სპარტანის, ლეგასისა და ბლუკროპის ნაყოფების
ანტოციანური გლიკოზიდების შემცველობა**

ცხრილი 6

№	ანტოციანური გლიკოზიდები	ლურჯი მოცვის ანტოციანები, მგ/100გ			
		ბერკლი	სპარტანი	ლეგასი	ბლუკროპი
1	ციანიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	3,28±0,07	3,57±0,07	7,48±0,15	15,23±0,30
2	ციანიდინ-3-0-გლუკოზიდი	3,61±0,07	13,73±0,27	15,58±0,31	9,89±0,20
3	დელფინიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	73,77±1,48	93,97±1,88	122,25±2,45	165,00±3,30
4	დელფინიდინ-3-0-არაბინოზიდი	12,65±0,25	6,67±0,13	4,33±0,09	7,08±0,14
5	პეტუნიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	7,87±0,16	3,55±0,07	9,60±0,19	7,15±0,14
6	პეტუნიდინ-3-0-არაბინოზიდი	2,80±0,06	6,25±0,12	14,40±0,29	11,87±0,24
7	მალვიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	7,57±0,15	6,69±0,13	4,50±0,09	17,07±0,34
8	მალვიდინ-3-0-არაბინოზიდი	3,22±0,06	6,19±0,12	4,75±0,10	9,23±0,18
9	მალვიდინ-3-0-გლუკოზიდი	4,93±0,10	3,28±0,07	7,08±0,14	6,21±0,12
10	პეონიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	6,13±0,12	4,54±0,09	6,95±0,14	9,79±0,20
11	ცინიდინ-3-0-არაბინოზიდი	6,81±0,14	23,35±0,47	11,70±0,23	7,84±0,16
12	დელფინიდინ-3-0-გლუკოზიდი	4,62±0,09	10,83±0,22	8,10±0,16	36,85±0,74
13	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი	3,77±0,08	6,50±0,13	5,53±0,11	13,39±0,27
14	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	6,76±0,14	6,40±0,13	7,70±0,15	8,92±0,18
15	პეტუნიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	4,80±0,10	7,61±0,15	7,00±0,14	10,62±0,21
16	პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი	3,32±0,07	3,30±0,07	5,10±0,10	7,56±0,15
17	პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	3,40±0,07	4,28±0,09	5,90±0,12	7,46±0,15
ჯამი		159,31±3,19	210,69±4,21	247,93±4,96	351,16±7,02

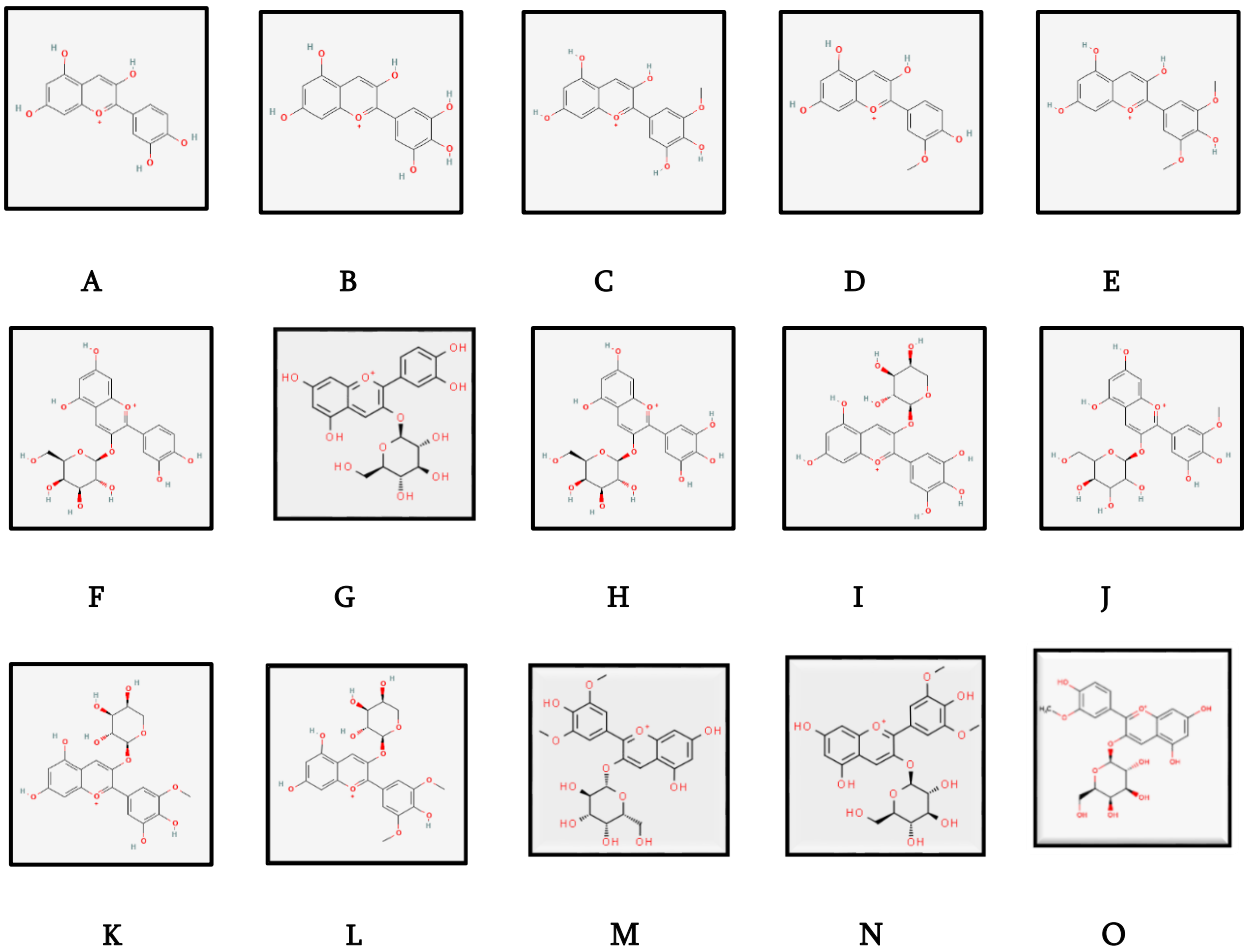
UPLC-PDA-MS მეთოდის გამოყენებით იდენტიფიცირებული იქნა 17 ანტოციანური გლიკოზიდი: ციანიდინ-3-0-გალაქტოზიდი; ციანიდინ-3-0-გლუკოზიდი; დელფინიდინ-3-0-გალაქტოზიდი; დელფინიდინ-3-0-არაბინოზიდი; პეტუნიდინ-3-0-გალაქტოზიდი; პეტუნიდინ-3-0-არაბინოზიდი; მალვიდინ-3-0-გალაქტოზიდი; მალვიდინ-3-0-არაბინოზიდი; მალვიდინ-3-0-გლუკოზიდი; პეონიდინ-3-0-გალაქტოზიდი; ცინიდინ-3-0-არაბინოზიდი; დელფინიდინ-3-0-გლუკოზიდი; მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი; მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი; პეტუნიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი; პეონიდინ-3-(6"-

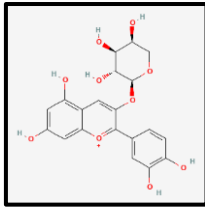
აცეტილ)გალაქტოზიდი; პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი (სურათი 59; ცხრილი 7 და 8).

თვისობრივი შემცველობის მიხედვით ლურჯი მოცვის ნაყოფის ანტოციანების შემცველობა იდენტურია. მათ შორის სხვაობა დაფიქსირდა რაოდენობრივი შემცველობის მიხედვით. დომინანტ ანტოციანურ გლიკოზიდს წარმოადგენს დელფინიდინ-3-O-გალაქტოზიდი (სურათი 58; ცხრილი 5 და 6).

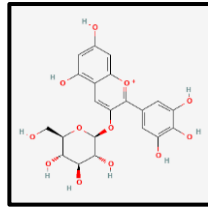
ლურჯი მოცვის ნაყოფებიდან იდენტიფიცირებული ნაერთების მონაცემები

ნივთიერებათა იდენტიფიკაციას ვახდენდით ნივთიერებათა მასის <https://metlin.scripps.edu> თავისუფალი ბაზის საშუალებით, ასევე რეცენზირებული ლიტერატურული გამოცემების მონაცემებთან შედარებით.

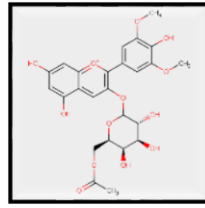




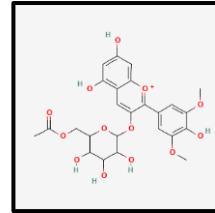
P



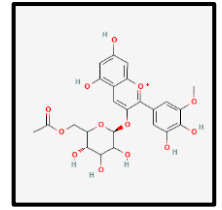
Q



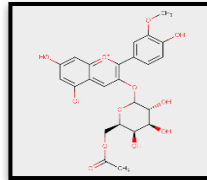
R



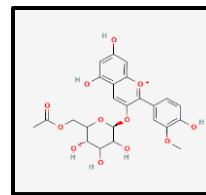
S



T



U



V

სურათი 59. აგლიკონებისა და ანტოციანური გლიკოზიდების ფორმულები:
A-დელფინიდინი; **B-**ციანიდინი; **C-**პეტუნიდინი; **D-**პეონიდინი; **E-**მალვიდინი; **F-**ციანიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; **G-**ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი; **H-**დეფინიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; **I-**დეფინიდინ-3-O-არაბინოზიდი; **J-**პეტუნიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; **K-**პეტუნიდინ-3-O-არაბინოზიდი; **L-**მალვიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; **M-**მალვიდინ-3-O-არაბინოზიდი; **N-**მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდი; **O-**პეონიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; **P-**ციანიდინ-3-O-არაბინოზიდი; **Q-**დეფინიდინ-3-O-გლუკოზიდი; **R-**მალვიდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გალაქტოზიდი; **S-**მალვიდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გლუკოზიდი; **T-**პეტუნიდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გლუკოზიდი; **U-**პეონიდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გალაქტოზიდი; **V-**პეონიდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გლუკოზიდი.

იდენტიფიცირებული ნაერთების აგლიკონების მონაცემები

ცხრილი 7

ნივთიერება	ნაერთის დასახელება	მოლეკულის ფორმულა	მოლეკულური მასა	[M+H] ⁺ (m/z)	R _t (min)
1	დელფინიდინი	C ₁₅ H ₁₁ O ₇	303,24	302,87	1,625
2	ციანიდინი	C ₁₅ H ₁₁ O ₆	287,24	286,89	2,243
3	პეტუნიდინი	C ₁₆ H ₁₃ O ₇	317,27	316,91	2,640
4	პეონიდინი	C ₁₆ H ₁₃ O ₆	301,27	300,94	3,379
5	მალვიდინი	C ₁₇ H ₁₅ O ₇	331,30	330,96	3,394

იდენტიფიცირებული ანტოციანური გლიკოზიდების მონაცემები

ცხრილი 8

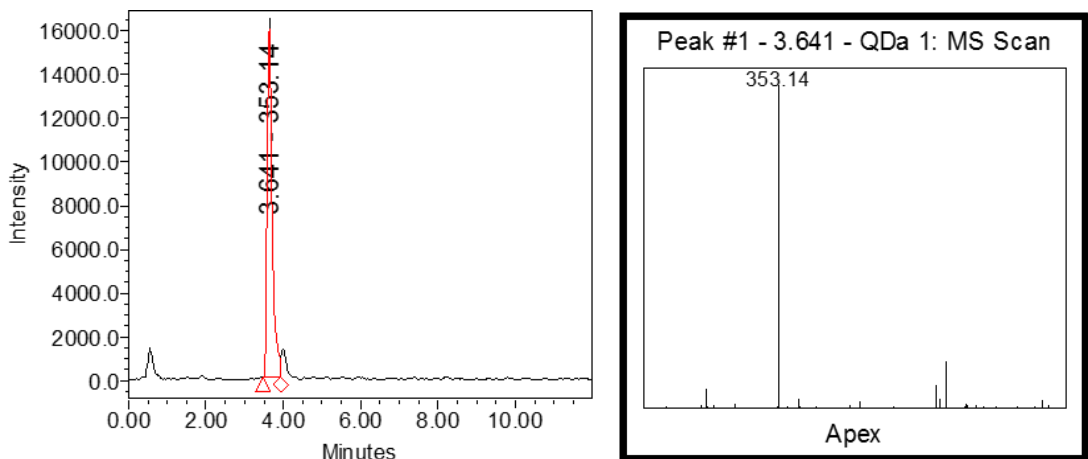
ნივთიერება	ნაერთის დასახელება	მოლეკულის ფორმულა	[M+H] ⁺ (m/z)	[M+H] ⁺ (m/z)	R _t (min)
6	ციანიდინ-3-O-გალაქტოზიდი	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₁	499,00	286	0,486
7	ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₁	499,14	286,98	0,505
8	დელფინიდინ-3-O-გალაქტოზიდი	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₂	465,07	302,89	1,534
9	დელფინიდინ-3-O-არაბინოზიდი	C ₂₀ H ₁₉ O ₁₁	435,07	302,90	2,036
10	პეტუნინდინ-3-O-გალაქტოზიდი	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₂	479,13	316,93	2,786
11	პეტუნინდინ-3-O-არაბინოზიდი	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₀	449,08	316,93	3,121
12	მალვიდინ-3-O-გალაქტოზიდი	C ₂₃ H ₂₅ O ₁₂	493,05	330,91	3,412
13	მალვიდინ-3-O-არაბინოზიდი	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁	463,04	330,99	3,881
14	მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდი	C ₂₃ H ₂₅ O ₁₂	493,01	330,91	5,872
15	პეონიდინ-3-O-გალაქტოზიდი	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁	463,05	300,93	6,217
16	ცინიდინ-3-O-არაბინოზიდი	C ₂₀ H ₁₉ O ₁₀	419,00	286,91	8,563
17	დელფინიდინ-3-O-გლუკოზიდი	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₂	465,02	302,03	8,589
18	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი	C ₂₅ H ₂₇ O ₁₃	535,16	330	2,064
19	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	C ₂₅ H ₂₇ O ₁₃	535,09	330,96	5,240
20	პეტუნინდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	C ₂₄ H ₂₅ O ₁₃	520,97	316	6,826
21	პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი	C ₂₄ H ₂₅ O ₁₂	505,08	300	9,102
22	პეონიდინ-3-O-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	C ₂₄ H ₂₅ O ₁₂	505,44	316	11,774

ჩვენი შედეგები შედარებული იქნა სხვადასხვა ქვეყნის ტერიტორიაზე გაშენებული ლურჯი მოცვის ანტოციანურ გლიკოზიდებთან. მონაცემებით კანადის ტერიტორიაზე მოყვანილ ლურჯი მოცვის ნიმუშებში იდენტიფიცირებულია 18 ანტოციანური გლიკოზიდი. ჩვენს ნიმუშებში იდენტიფიცირებული პეონიდინ-3-O-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდს არ არის აღმოჩენილი კანადის მოცვის ნიმუშებში, ხოლო მათთან აღმოჩენილი პეტუნინდინ-3-O-გლუკოზიდი და დელფინიდინ-3-O-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი არ ფიქსირდება ჩვენთან [117]. ჩინეთში გაშენებულ ლურჯი მოცვის ნაყოფში არ ფიქსირდება ჩვენთან იდენტიფიცირებული ციანიდინ-3-O-არაბინოზიდი, ხოლო პეტუნინდინ-3-O-გლუკოზიდი და პეონიდინ-3-O-გლუკოზიდი არ ფიქსირდება საქართველოს ტერიტორიაზე გაშენებულ ლურჯი მოცვის ნიმუშებში [95]. ევროპის კონტინენტზე, კერძოდ ჩრდილო-დასავლეთ

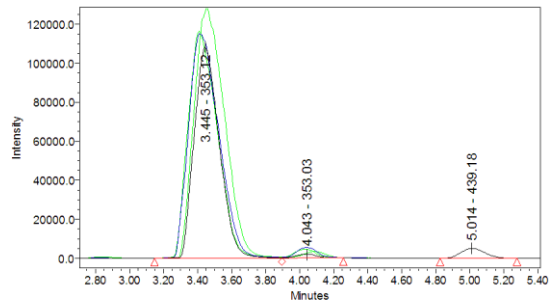
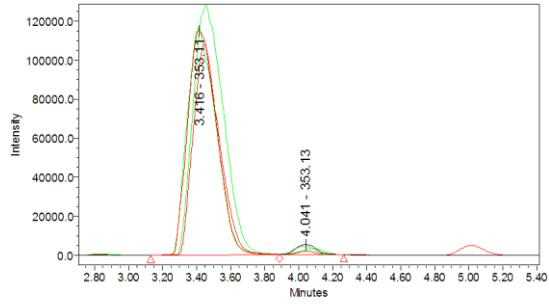
რუმინეთის ტერიტორიაზე გაშენებული ლურჯი მოცვის ნაყოფის შემადგენლობაში შემავალი ძირითადი ანტოციანური გლიკოზიდები იდენტიფიცირებულია ჩვენი ლურჯი მოცვის გლიკოზიდებისა [8].

4.2. ლურჯი მოცვის ფენოლკარბონმჟავების კვლევა ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფის მას-სპექტრული დეტექტორით UPLC

ფენოლკარბონმჟავების კვლევა ლურჯი მოცვის ნაყოფში მოვახდინეთ ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფის მას-სპექტრული დეტექტორით (UPLC-PDA-MS). სტანდარტი ქლოროგენის მჟავა (სურათი 60). ფენოლკარბონმჟავების კვლევას ვახდენდით ეთილაცეტატთან ფრაქციაში. მიღებული ელუენტის დაკონცენტრირების შემდეგ ნიმუშს ვფილტრავდით „Waters Acrodisc LC PVDF Filter 13 mm 0,45µm“ ფილტრში. მობილურ ფაზებად გამოიყენებოდა 0,1% ჰიანჰველმჟავა : წყალი (ელუენტი A) და 0,1% ჰიანჰველმჟავა : აცეტონიტრილი (ელუენტი B). გრადიენტი 0.20 მლ/წთ, 10% B (0-2 წთ), 10-60% B (2-14 წთ), 60% B (14-16 წთ), რის შემდეგაც ვრეცხავდით 2 წუთი 100% B-ით და 5 წუთი გამხსნელთა წონასწორობის დამყარებისათვის. ტალღის სიგრძე 290 და 306 ნმ. გამოყენებული იქნა იონიზაციის დადებითი და უარყოფითი რეჟიმი. სვეტის ტემპერატურა 10°C; MS- scan 100-1100 da; Probe 600°C; negative 0,8 kv, Capilarity 1,5 kv, C -20, 40 v).



სურათი 60. სტანდარტული ქლოროგენის მჟავას ქრომატოგრამა



სურათი 61. ლურჯი მოცვის ნაყოფების ქლოროგენის მჟავას HPLC ქრომატოგრამა ქლოროგენის მჟავას შემცველობა ლურჯი მოცვის ნაყოფებში

ცხრილი 9

№	ნიმუშის დასახელება ნედლი ნაყოფი	ქლოროგენის მჟავა მგ/გ
1	ბლუკროპი	0,41±0,008
2	ელიზაბეტი	0,49±0,010
3	რეკა	0,34±0,007
4	ბლუგოლდი	0,39±0,008
5	დიუკი	0,47±0,009
6	სანრაისი	0,36±0,007
7	ბერკლი	0,34±0,007
8	სპარტანი	0,36±0,007
9	მისტი	0,38±0,008
10	ლეგასი	0,33±0,007
11	ტორო	0,47±0,009
12	ბრიგიტა-რეი	0,50±0,010
13	ჩანდლერი	0,57±0,012
14	ონელი	0,39±0,008
15	ბლურეი	0,37±0,007
16	ერლიბლუ	0,44±0,009
17	პატრიოტი	0,43±0,009

UPLC-PDA-MS სპექტრით დადგენილი იქნა, რომ ლურჯი მოცვის ფენოლკარბონმჟავებიდან დომინანტია ქლოროგენის მჟავა (m/z 353,11), სხვა ფენოლკარბონმჟავები უმნიშვნელო რაოდენობითაა. ქლოროგენის მჟავა სხვადასხვა ჯიშში სხვადასხვა რაოდენობრივი შემცველობით ფიქსირდება და ის მერყეობს $0,33\pm 0,007$ -დან - $0,57\pm 0,012$ მგ/გ ერთეულამდე. ყველაზე მაღალი შემცველობა დაფიქსირდა ჩანდლერში $0,57\pm 0,012$ მგ/ლ, ხოლო ყველაზე დაბალი ლეგასში $0,33\pm 0,007$ მგ/ლ (სურათი 61, ცხრილი 9). ლიტერატურული მონაცემებიდან ჩანს, რომ მსგავსად საქართველოში ინტროდუცირებული მოცვის ნაყოფებისა აშშ-ს ბაზარზე არსებული მოცვის ნაყოფებში აღმოჩენილი ფენოლკარბონმჟავებიდან დომინანტს წარმოადგენდა ქლოროგენის მჟავა, რომლის შემცველობა $0,44$ მგ/გ-ია, რაც ახლოსაა ჩვენს მონაცემებთან [51].

4.3. ლურჯი მოცვის ნახშირწყლები და ორგანული მჟავები

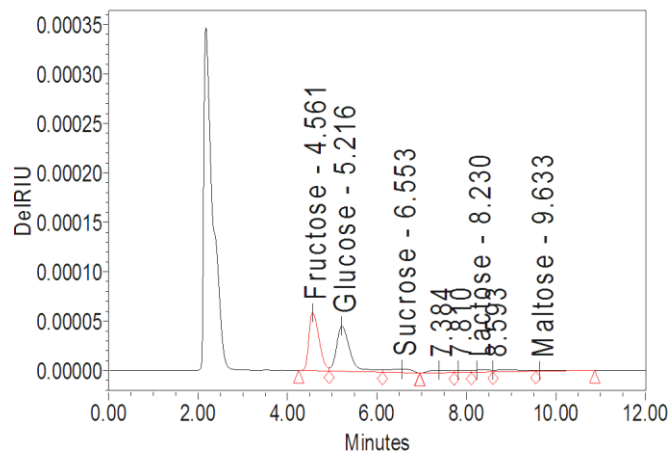
მოცვის ნაყოფის ქიმიურ და ორგანოლექტიკურ მახასიათებლებს მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ნახშირწყლებისა და ორგანული მჟავების თვისობრივი და რაოდენობრივი შემცველობა და დამწიფების პროცესში მათი ცვალებადობა [37, 59]. კერძოდ, ისინი გავლენას ახდენენ გემოს, ფერის, სუნის, pH, საერთო მჟავიანობისა და მიკრობიოლოგიური მდგრადობის ჩამოყალიბებაზე, ასევე მონაწილეობენ ნაყოფის დამწიფებისას მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებში [59, 114].

მცენარის სამშობლოში, ჩრდილოეთ ამერიკაში, კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ მოცვის ნაყოფში ნახშირწყლებისა და ორგანული მჟავების შემცველობის მიხედვით, არსებობს რაოდენობრივი და თვისობრივი ვარიაციები, რაც დამოკიდებულია ჯიშზე, გენოტიპზე, დამწიფების პროცესზე და სხვა ფაქტორებზე [37, 85]. ჩვენს სინამდვილეში მსგავსი კვლევები ჯერ-ჯერობით არ ჩატარებულა.

კვლევისათვის ვიყენებდით HPLC, UV, RI და UPLC-PDA, MS მეთოდებს მოცვის ნაყოფის სიმწიფის ყველა სტადიაზე. ქრომატოგრაფიულ დაყოფამდე ვახდენდით ნიმუშის მომზადებას ქრომატოგრაფირებისათვის აღწერილი წესით.

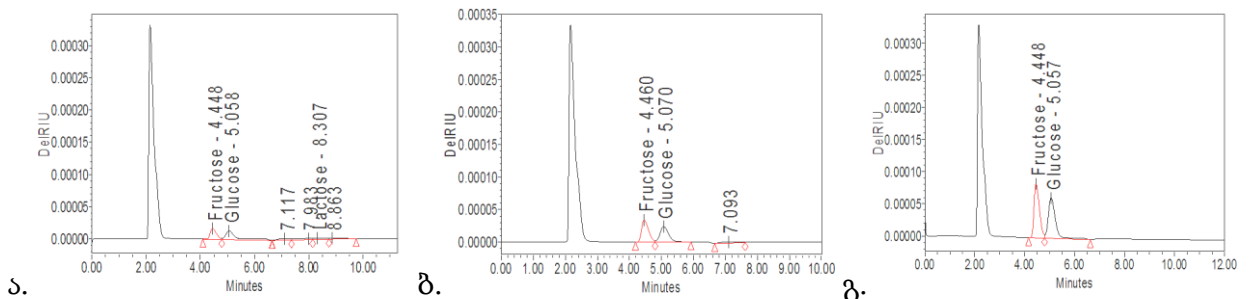
ნახშირწყლებისა და ორგანული მჟავების იდენტიფიკაციისათვის ვიყენებდით წყლიან ფრაქციას. მიღებული ელუენტის დაკონცენტრირების შემდეგ ნიმუში გავფილტრეთ „Waters Acrodisc LC PVDF Filter 13 mm 0,45µm“ ფილტრში. კვლევისათვის გამოყენებული იქნა მადალფექტური სითხური ქრომატოგრაფირება (HPLC)- Waters (RI დეტექტორი, Binary HPLC Pump 1525), ქრომატოგრაფიული სვეტი amide (250 მმ 4,5 მმ) და Carbohydrate, სვეტის ტემპერატურა 40°C ელუენტი 80 %-იანი აცეტონიტრილი (Merck; Sigma-Aldrich), დეტექტირება RI. ასევე UPLC-PDA,MS მეთოდი.

გლუკოზა და ფრუქტოზა წარმოადგენდა დომინანტ შაქარს, ხოლო სხვა შაქრები - საქაროზა, ლაქტოზა, მალტოზა ნაპოვნია კვალის სახით [2](სურათი 62 და 63).



სურათი 62. ბლუკროპის ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა.

უმწიფარ მწვანე და წითელი ფერის ნაყოფში გლუკოზისა და ფრუქტოზის რაოდენობა გაცილებით ნაკლებია მწიფე ნაყოფთან შედარებით (სურათი 63).



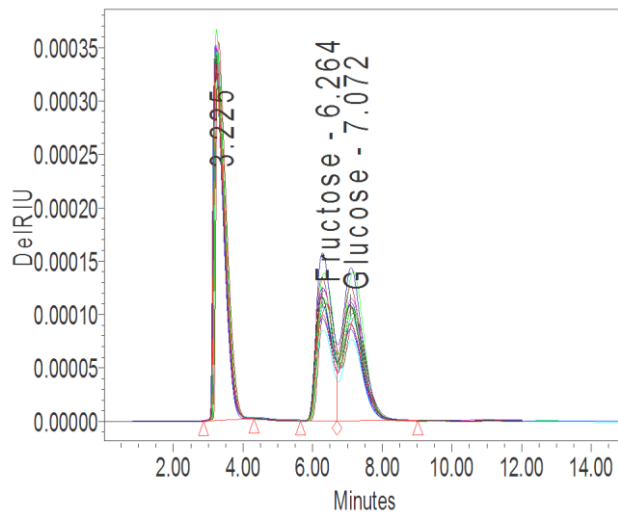
სურათი 63. (ა, ბ, გ). ერლიბლუს ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრაფიული სურათი ნაყოფის სიმწიფის სხვადასხვა სტადიაზე: ა) უმწიფარი მწვანე ნაყოფი, ბ) უმწიფარი წითელი ნაყოფი და გ) მწიფე ნაყოფი.

**ნახშირწყლების შემცველობა ლურჯი მოცვის ნაყოფის სიმწიფის სხვადასხვა
სტადიაზე**

ცხრილი 10

ნახშირწყლები	შეკავების დრო	ფართობი	ფართობის %	რაოდენობა	ერთეული	
უმწიფარი მწვანე ნაყოფი						
1	ფრუქტოზა	4,448	426305	28,32	10,35±0,21	გ/კგ
2	გლუკოზა	5,058	639974	42,51	15,80±0,32	გ/კგ
უმწიფარი წითელი ნაყოფი						
3	ფრუქტოზა	4,460	815673	49,76	19,80±0,40	გ/კგ
4	გლუკოზა	5,070	701305	42,78	17,315±0,35	გ/კგ
მწიფე ნაყოფი						
5	ფრუქტოზა	4,448	2016995	49,62	48,96±0,98	გ/კგ
6	გლუკოზა	5,057	2047948	50,38	50,56±1,01	გ/კგ

შაქრების საერთო რაოდენობა მატულობს ნაყოფის დამწიფების პარალელურად, უმწიფარ მწვანე ნაყოფში შაქრების საერთო რაოდენობა შეადგენს 26,15 გ/კგ (2,61%), უმწიფარ წითელში 37,11 გ/კგ (3,71%), ხოლო მწიფე ნაყოფში 99,52 გ/კგ (9,95 %) (სურათი 63; ცხრილი 10).



სურათი 64. ლურჯი მოცვის 17 ჯიშის ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა

**სხვადასხვა ჯიშის ლურჯი მოცვის ნაყოფების ნახშირწყლების რაოდენობრივი
შემცველობა**

ცხრილი 11

№	დასახელება მწიფე ნაყოფი	ფრუქტოზა გ/კგ	გლუკოზა გ/კგ	შაქრების ჯამი გ/კგ
1	რეკა	44,16±0,88	48,31±0,97	92,47±1,85
2	სპარტანი	49,46±0,99	51,87±1,04	101,33±2,03
3	სანრაისი	48,06±0,96	55,98±1,12	104,05±2,08
4	ტორო	50,43±1,01	52,45±1,05	102,88±2,06
5	მისტი	43,68±0,87	48,55±0,97	92,23±1,84
6	დიუკი	53,65±1,07	56,60±1,13	110,25±2,21
7	ბრიგიტა-რეი	35,91±0,72	39,29±0,79	75,20±1,50
8	ბლურეი	41,11±0,82	43,90±0,88	85,01±1,70
9	ლეგასი	42,55±0,85	42,78±0,86	85,34±1,71
10	ბლუკროპი	51,31±1,03	45,25±0,91	96,56±1,93
11	ბლუგოლდი	39,28±0,79	35,84±0,72	75,12±1,50
12	ჩანდლერი	48,45±0,97	44,60±0,89	93,05±1,86
13	ონელი	39,67±0,79	35,80±0,72	75,47±1,51
14	ერლიბლუ	45,77±0,92	53,99±1,03	99,76±1,90
15	ელისაბეტი	43,38±0,87	40,76±0,77	84,14±1,60
16	ბერკლი	49,56±0,99	45,99±0,87	95,55±1,82
17	პატრიოტი	41,83±0,82	39,83±0,79	81,66±1,63

ჯიშების მიხედვით მოცვის საკვლევ ნიმუშებში არ ფიქსირდება მნიშვნელოვანი სხვაობა გლუკოზისა და ფრუქტოზის შემცველობას შორის. ნაყოფში ფრუქტოზის მომატებული რაოდენობა და დაბალი მჟავიანობა მას სასიამოვნო გემოს ანიჭებს. გლუკოზის დონე მერყეობს 35,80±0,72 გ/კგ-დან 56,60±1,13 გ/კგ-მდე, ხოლო ფრუქტოზისა 35,91±0,72 გ/კგ-დან 53,65 გ/კგ-მდე. ჯამური შაქრების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა დიუკი 110,25±2,21 გ/კგ, ხოლო დაბალი შემცველობით ბრიგიტა-რეი 75,20±1,50 გ/კგ, ბლუგოლდი 75,12±1,50 გ/კგ და ონელი 75,47±1,51 გ/კგ [2] (სურათი 64; ცხრილი 11).

ჩვენი შედეგები შედარებული იქნა ჩინეთის სხვადასხვა რეგიონში გავრცელებული ლურჯი მოცვის ნაყოფების შემადგენლობაში შემავალი ნახშირწყლების მონაცემებთან. მსგავსად ჩვენისა დომინანტ ხსნად შაქრებს წარმოადგენდა გლუკოზა და ფრუქტოზა. გლუკოზა შემცველობა მერყობდა $33,79 \pm 0,11$ -დან $61,32 \pm 0,79$ მგ/გ-მდე, ხოლო ფრუქტოზის შემცველობა კი მერყობდა $22,39 \pm 0,95$ -დან $48,02 \pm 0,64$ მგ/გ-მდე. შეიძლება ითქვას, რომ არის მცირედი განსხვავება, კერძოდ გლუკოზა რამდენიმე ერთეულით მეტია, ხოლო ფრუქტოზა ნაკლები ჩვენს კვლევებთან შედარებით, მაგრამ რადგანაც ფრუქტოზის სიტკბო მეტია შეფარდებით შკალაზე, ვიდრე გლუკოზის ამიტომ საგემოვნო თვისებებს შორის დიდი განსხვავება სავარაუდოდ არ იქნება. გლუკოზისა და ფრუქტოზის მაღალი შემცველობით ხასიათდება პატრიოტის ჯიში $111,67 \pm 1,75$ მგ/გ [120].

ლურჯი მოცვის ნედლ ნაყოფში პექტინის შემცველობა

პექტინი არის მჟავე პოლისაქარიდური ნივთიერება, რომელიც უმაღლესი მცენარეთა უჯრედის კედლების მნიშვნელოვანი კომპონენტია, მას გააჩნია არა მარტო საკვები, საკონდიტრო, არამედ ფარმაკოლოგიური მნიშვნელობაც. მისი სტრუქტურისა და შინაარსის ცვლილებები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნაყოფის ტექსტურაზე, სიმწიფესა და სიმტკიცეზე [116]. არსებული უცხოური კვლევებით დგინდება, რომ მოცვის ნაყოფის შემადგენლობაში შემავალი წყალში ხსნადი პექტინი სიმწიფის პარალელურად იზრდება, რაც დაკავშირებულია მჟავაში ხსნადი პექტინის შემცირებასთან, რის შედეგადაც ნაყოფის სტრუქტურა იცვლება და ხდება შედარებით რბილი [25].

ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა ჰიდროპექტინი, პროტოპექტინი და საერთო პექტინის რაოდენობრივი შემცველობა (%).

ლურჯი მოცვის ნაყოფების შემადგენლობაში შემავალი პექტინის შემცველობა

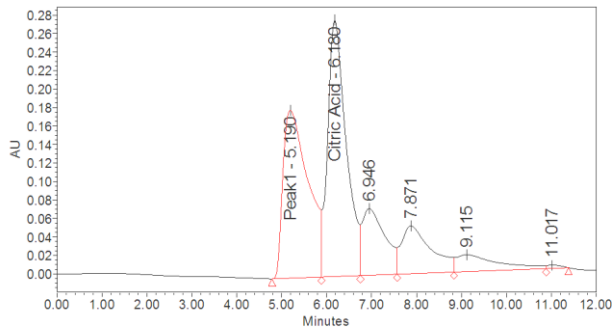
ცხრილი 12

ნიმუშის დასახელება	ნედლი ნაყოფი		
	პექტინი მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით, %		
	ჰიდროპექტინი	პროტოპექტინი	საერთო პექტინი
ჩანდლერი	0,94±0,03	2,32±0,06	3,25±0,09
სპარტანი	1,16±0,03	1,69±0,05	2,85±0,08
მისტი	2,13±0,06	5,29±0,14	7,42±0,20
ბლუკროპი	2,84±0,08	4,12±0,11	6,96±0,19
ბლუგოლდი	2,44±0,07	3,14±0,08	5,58±0,15
ბერკლი	3,95±0,11	4,59±0,12	8,54±0,23
ელისაბეტი	1,45±0,04	2,75±0,07	4,20±0,11
ტორო	0,70±0,02	2,22±0,06	2,92±0,08
ერლიბლუ	0,59±0,02	1,82±0,05	2,41±0,07
ლეგასი	0,43±0,01	2,48±0,07	2,91±0,08
დიუკი	0,50±0,01	2,33±0,06	2,83±0,08
რეკა	0,09±0,01	3,52±0,10	3,61±0,10
ბრიგიტა-რეი	1,42±0,04	2,63±0,07	4,05±0,11
სანრაისი	0,16±0,01	0,26±0,01	0,42±0,01
ბლურეი	0,30±0,01	0,34±0,01	0,64±0,02
ონეილი	0,21±0,01	0,42±0,01	0,63±0,02

დადგინდა რომ, ყველა ჯიშში ჰიდროპექტინის შემცველობა შედარებით ნაკლებია, ვიდრე პროტოპექტინის. საერთო პექტინის ყველაზე დიდი რაოდენობა დაფიქსირდა ბერკლსა 8,54±0,23 % და მისტში 7,42±0,20 %. ყველაზე ნაკლები - სანრაისში 0,42±0,01 %, ბლურეისა 0,64±0,02 % და ონეილში 0,63±0,02 %, ხოლო თითქმის თანაბარი რაოდენობითაა ბრიგიტა-რეის, რეკას, დიუკის, ლეგასის, ერლიბლუს, ბლუგოლდის, ბლუკროპის, სპარტანის, ჩანდლერისა და ელიზაბეტის ნაყოფებში (ცხრილი 12). მსგავსად ჩვენი მონაცემებისა ჩინეთის კვლევებიდან ჩანს, რომ ჰიდროპექტინის შემცველობა ნაკლებია პროტოპექტინის შემცველობაზე [46].

ლურჯი მოცვის ნაყოფების ორგანული მჟავების კვლევა HPLC-ის მეთოდით

მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით მოცვის ნაყოფში ორგანული მჟავების შესწავლისას იდენტიფიცირებული იქნა - ლიმონმჟავა, რომელიც რაოდენობრივად წარმოადგენს საერთო მჟავების 50%-ზე მეტს (სურათი 65). ლურჯი მოცვის შესწავლილ 17 ჯიშში ლიმონმჟავას რაოდენობა მერყეობს $5,43\pm 0,13$ - $11,72\pm 0,27$ გ/ლ ფარგლებში (ცხრილი 13).



სურათი 65. ლურჯი მოცვის ნაყოფის ორგანული მჟავების ქრომატოგრამა

სხვადასხვა ჯიშის ლურჯი მოცვის ნაყოფების ორგანული მჟავების

რაოდენობრივი შემცველობა

ცხრილი 13

№	ნიმუშის დასახელება მწიფე ნაყოფი	ლიმონმჟავა გ/ლ	შაქარ/მჟავა ინდექსი
1	რეკა	$6,48\pm 0,15$	$14,27\pm 0,33$
2	სპარტანი	$7,85\pm 0,18$	$12,90\pm 0,30$
3	სანრაისი	$6,60\pm 0,15$	$15,76\pm 0,36$
4	ტორო	$9,19\pm 0,21$	$11,19\pm 0,26$
5	მისტი	$5,89\pm 0,14$	$15,65\pm 0,36$
6	დიუკი	$8,75\pm 0,20$	$12,60\pm 0,29$
7	ბრიგიტა-რეი	$11,72\pm 0,27$	$6,41\pm 0,15$
8	ბლურეი	$8,51\pm 0,20$	$9,98\pm 0,23$
9	ლეგასი	$8,21\pm 0,19$	$10,38\pm 0,24$
10	ბლუკროპი	$8,73\pm 0,20$	$11,06\pm 0,25$
11	ბლუგოლდი	$8,87\pm 0,20$	$8,46\pm 0,19$
12	ჩანდლერი	$7,88\pm 0,18$	$11,80\pm 0,27$
13	ონეილი	$6,47\pm 0,15$	$11,66\pm 0,27$
14	ერლიბლუ	$6,98\pm 0,16$	$14,28\pm 0,33$
15	ელისაბეტი	$5,43\pm 0,13$	$15,49\pm 0,36$
16	ბერკლი	$7,05\pm 0,16$	$13,55\pm 0,31$
17	პატრიოტი	$8,38\pm 0,19$	$9,74\pm 0,31$

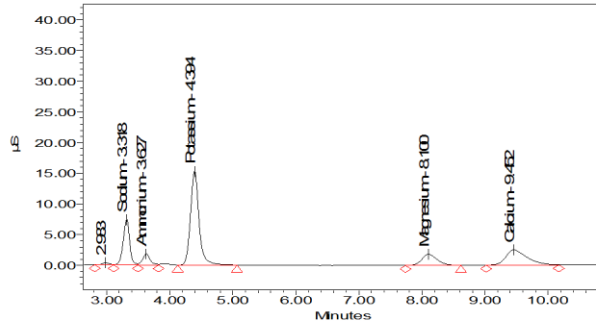
აღსანიშნავია, რომ შაქარ/მჟავა ინდექსი პრაქტიკულად ყველა ჯიშში, გარდა ჯიშებისა - ბრიგიტა-რეის $6,41 \pm 0,15$, ბლურეის $9,98 \pm 0,23$, ბლუგოლდისა $8,46 \pm 0,19$ და პატრიოტის $9,74 \pm 0,31$ 10-ზე მეტია, რაც გამოიხატება ნაყოფი სასიამოვნო სიტკბოში [2], ყოველივე ეს კი ჩვენში წარმოებულ მოსავალს მისაღებს ხდის ევროპული ბაზრისათვის.

4.4. ლურჯი მოცვის ნაყოფის მაკროელემენტების კვლევა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით

ლიტერატურული მონაცემებით ცნობილია, რომ ლურჯი მოცვის ნაყოფის მნიშვნელოვანი კომპონენტია მინერალური ელემენტები, რომელიც ორგანიზმის სწორი ფუნქციონირებისათვის სასიცოცხლოდ აუცილებელია. მაკროელემენტთა ამ ჯგუფს მიეკუთვნება K, Ca, Mg, P და ა.შ.

ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა ლურჯი მოცვის 17 ნიმუშის მაკროელემენტური შემცველობა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფიის გამოყენებით. მოვახდინეთ ნიმუშის მომზადება საანალიზოდ, ამისათვის 10 გ საანალიზო ნიმუში წინასწარ დავნაცრეთ მაღალ ტემპერატურაზე.

კატიონის კვლევა ჩატარდა ქრომატოგრაფიული მეთოდით, კონდუქტომეტრული დეტექტორით. სტანდარტები ლითიუმის ჰიდროქსიდის მონოჰიდრატი (Li^+), ნატრიუმის ქლორიდი (Na^+), ამონიუმის ქლორიდი (NH_4^+), კალიუმის ქლორიდი (K^+), მაგნიუმის ჰიდრატი (Mg^{2+}), კალციუმის ნიტრატი ტეტრაჰიდრატი (Ca^{2+}), სტრონციუმის ნიტრატი ტეტრაჰიდრატი (Sr^{2+}), ბარიუმის ქლორიდი დიჰიდრატი (Ba^{2+}) (Fisher Scientific), EDTA (Serva) (სურათი 66). იზოკრატული ტუმბო (Isocratic HPLC pump -Waters 1515), დეტექტორი (Waters 432 -Conductivity), ქრომატოგრაფიული სვეტი IC-Pak Cation MD, ელუენტი 3 mM HNO_3 /0.1 mM EDTA, ელუენტის გამტარებლობა $1250 \pm 0,50 \mu\text{S}$, საბაზო მგრძნობელობა $2000 \mu\text{S}$, ინტეგრატორის მგრძნობელობა $0.01 \mu\text{S}$, სვეტის ტემპერატურა 35°C , პოლარობა -negative.



სურათი 66. მაკროელემენტების სტანდარტული ნაერთების: ლითიუმის, ნატრიუმის, ამონიუმის, კალიუმის, მაგნიუმისა და კალციუმის იონების ქრომატოგრამა

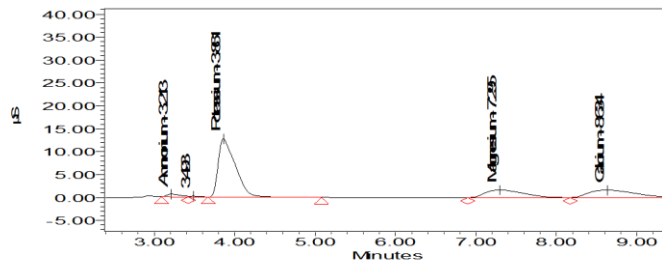
ლურჯი მოცვის ნაყოფებში ნაცრის ელემენტების პროცენტული შემცველობა მერყეობდა 5580 ± 106 – 11300 ± 214 ppm-ის ფარგლებში (მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით). ნაცრის შემცველობა შედარებით დაბალი იყო ლეგასის 5960 ± 113 ppm, ჩანდლერისა 5580 ± 106 ppm და ბლურეის 5793 ± 110 ppm ნაყოფებში, ხოლო მაღალი ბლუკროპისა 10500 ± 199 ppm და ბრიგიტა-რეის ნაყოფში 11300 ± 214 ppm (ცხრილი 14).

ლურჯი მოცვის ნაყოფში ნაცრის შემცველობა

ცხრილი 14

№	ნიმუშის დასახელება ნედლი ნაყოფი	ნაცრის შემცველობა ppm (მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით)
1	ბლუკროპი	10500 ± 199
2	ელიზაბეტი	8370 ± 159
3	რეკა	8710 ± 165
4	ბლუგოლდი	7525 ± 142
5	დიუკი	9150 ± 173
6	სანრაისი	7030 ± 133
7	ბერკლი	8505 ± 161
8	სპარტანი	9465 ± 179
9	მისტი	6250 ± 118
10	ლეგასი	5960 ± 113
11	ტორო	8415 ± 159
12	ბრიგიტა-რეი	11300 ± 214
13	ჩანდლერი	5580 ± 106
14	ონილი	8120 ± 154
15	ბლურეი	5793 ± 110
16	ერლიბლუ	8700 ± 165
17	პატრიოტი	8120 ± 154

ლურჯი მოცვის 17 ნიმუშში ძირითადად იდენტიფიცირებული იქნა კალიუმის, მაგნიუმისა და კალციუმის იონები, ხოლო სხვა მაკროელემენტები გვხვდებოდა კვალის სახით (სურათი 67). ფიქსირდება აღნიშნულ დომინანტ იონებს შორის განსხვავება ჯიშების მიხედვით. რაოდენობები მერყეობდა - კალიუმის იონების $1172 \pm 22,3$ – $2205 \pm 41,9$ ppm, მაგნიუმის $119 \pm 2,3$ – $735 \pm 14,0$ ppm, კალციუმის $670 \pm 12,7$ - $1720 \pm 32,7$ ppm ფარგლებში (ცხრილი 15). კალიუმის იონის მაღალი შემცველობით გამოირჩეოდა ბლუკროპი $2205 \pm 41,9$ ppm, ბრიგიტა-რეი $2111 \pm 40,1$ ppm და სპარტანი $1988 \pm 37,8$ ppm, მაგნიუმის იონის - ბლუკროპი $735 \pm 14,0$ ppm, სპარტანი $663 \pm 12,6$ ppm და დიუკი $641 \pm 12,2$ ppm, ხოლო კალციუმის - ბრიგიტა-რეი $1720 \pm 32,7$ ppm, ბლუკროპი $1260 \pm 23,9$ ppm და სპარტანი $1136 \pm 21,6$ ppm (ცხრილი 15).



სურათი 67. ლურჯი მოცვის რეკას იონების ქრომატოგრამა
 ლურჯი მოცვის ნაყოფებში იონების შემცველობა

ცხრილი 15

№	ნიმუშის დასახელება	იონების შემცველობა მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით ppm		
		K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
1	ბლუკროპი	2205±41,9	735±14,0	1260±23,9
2	ელიზაბეტი	1758±33,4	586±11,1	1004±19,1
3	რეკა	1829±34,8	610±11,6	1045±19,9
4	ბლუგოლდი	1580±30,0	527±10,0	903±17,2
5	დიუკი	1922±36,5	641±12,2	1098±20,9
6	სანრასი	1476±28,0	492±9,3	844±16,0
7	ბერკლი	1786±33,9	595±11,3	1021±19,4
8	სპარტანი	1988±37,8	663±12,6	1136±21,6
9	მისტი	1313±24,9	438±8,3	750±14,3
10	ლეგასი	1252±23,8	417±7,9	715±13,6
11	ტორო	1767±33,6	589±11,2	1010±19,2
12	ბრიგიტა-რეი	2111±40,1	585±11,1	1720±32,7
13	ჩანდლერი	1172±22,3	391±7,4	670±12,7
14	ონეილი	1705±32,4	119±2,3	974±18,3
15	ბლურეი	1217±23,1	406±7,7	695±13,2
16	ერლიბლუ	1827±34,7	609±11,6	1044±19,8
17	პატრიოტი	1705±32,4	568±10,8	974±18,3

როგორც ცნობილია ლურჯი მოცვი მთელს მსოფლიოში ხუთივე კონტინენტზეა კულტივირებული, მისი ქიმიური შემადგენლობა ყველგან განსხვავებულია და ამაზე გავლენას ახდენს გავრცელების არეალი და კლიმატური პირობები. მაკროელემენტების ყველაზე მაღალი კონცენტრაციით K (4144 – 7126 ppm), Ca (360 – 1243 ppm), Mg (275 – 475 ppm), P (533 – 907 ppm) და S (363 – 655 ppm) მსოფლიოს ცხრა ქვეყანა გამოირჩა (პერუ, ჩილე, ურუგვაი, არგენტინა, მაროკო, ესპანეთი, გერმანია, პოლონეთი, ლატვია). ჩვენი კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების შედარებით სხვა ქვეყნების მონაცემებთან, აღსანიშნავია, რომ ჩვენთან კულტივირებული მოცვი კალიუმის იონის შემცველობით თითქმის 1,5-ჯერ ჩამოუვარდება სამხრეთ ამერიკისა და ჩრდილოეთ აფრიკის მოცვის ნაყოფებს, ხოლო 2-ჯერ მეტია ჩრდილოეთ ევროპის ნიმუშებთან შედარებით, ხოლო კალციუმისა და მაგნიუმის იონების შემცველობის მიხედვით მსგავსია [49, 63]. ეს აიხსნება იმ გარემოებით რომ, ჩვენთან მოცვი გაშენებულია ნაჩაიარ ნიადაგებზე, რომლებიც წლების განმავლობაში დეგრადირებული იყო და მხოლოდ ეხლა ხდება მათი რეაბილიტაცია, ხოლო ევროპის ქვეყნების კვლევის შედეგები აიხსნება მინერალებით ღარიბ ტორფიან ნიადაგებში მათი კულტივირებით.

თავი 5. სხვადასხვა ჯიშის ლურჯი მოცვის ნაყოფების საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, ანტოციანებისა და კატექინების რაოდენობრივი ანალიზი და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა

შესწავლილი იქნა სხვადასხვა ჯიშის ლურჯი მოცვის - მისტის, ონეილის, ელიზაბეტის ბლურეის, ბერკლის ერლიბლუს, სანრაისის, ტოროს, დიუკის, ლეგასის, ჩანდლერის, სპარტანის, რეკას, ბრიგიტა-რეის, ბლუკროპის, ბლუგოლდისა და პატრიოტის ნედლი ნაყოფის საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, ანტოციანებისა და კატექინების შემცველობა. რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის ვილებდით ნედლეულის 5 გ-ს, ვახდენდით მრავალჯერადად (100 მლ) ექსტრაქციას 90 %-იანი სპირტით -20°C ტემპერატურაზე, ექსტრაქტის სრულ გაუფერულებამდე და მიღებულ ექსტრაქტში ვსაზღვრავდით ნივთიერებებს: ანტოციანებს - pH-დიფერენცირებული მეთოდით, საერთო ფენოლებს - ფოლინ-ჩოქალტეუს მეთოდით, ფლავონოიდებს AlCl_3 -ით, ხოლო კატექინებს ვანილინის რეაქტივით (სპექტრალური მეთოდები). რაც შეეხება ანტიოქსიდანტური აქტიურობას DPPH (2,2-დიფენილ-1-პიკრილ ჰიდრაზილის სტაბილური რადიკალის გამოყენებით) სპექტრული მეთოდით.

საერთო ფენოლების შემცველობის მხრივ ყველაზე დიდი რაოდენობა დაფიქსირებულია ჩანდლერში $1376,3 \pm 23,4$ მგ/100გ, ბლუკროპსა $1362,8 \pm 23,2$ მგ/100გ და დიუკში $1354,8 \pm 23,0$ მგ/100გ. ყველაზე ნაკლები შემცველობით ხასიათდება რეკა $598,0 \pm 10,2$ მგ/100გ, სპარტანი $602,1 \pm 10,2$ მგ/100გ. ფლავონოიდების შემცველობა მერყეობს $368,0 \pm 7,4$ -დან – $877,3 \pm 17,5$ -მდე მგ/100გ-ის ფარგლებში. აქედან მაღალი მაჩვენებლით ხასიათდება ჩანდლერი $877,3 \pm 17,5$ მგ/100გ, დიუკი $754,2 \pm 15,1$ მგ/100გ და ბრიგიტა-რეი $798,0 \pm 16,0$ მგ/100გ, ხოლო ყველაზე ნაკლებით კი ონეილი $368,0 \pm 7,4$ მგ/100გ, რაც შეეხება კატექინების შემცველობას მინიმალური დაფიქსირდა რეკაში $100,4 \pm 2,1$ მგ/100გ, მაქსიმალური კი დიუკში $280,6 \pm 5,9$ მგ/100გ, ჩანდლერსა $226,6 \pm 4,8$ მგ/100გ და ტოროში $215,4 \pm 4,5$ მგ/100გ (ცხრილი 16) [76, 77].

ლურჯი მოცვის ნაყოფების შემადგენლობაში შემავალი საერთო ფენოლების,
ფლავონოიდებისა და კატეჩინების რაოდენობრივი შემცველობა

ცხრილი 16

№	ლურჯი მოცვი	ნელი ნაყოფი		
		საერთო ფენოლები გალის მუცაზე გადანგარიშებით მგ/100გ	ფლავონოიდები რუთინზე გადანგარიშებით, მგ/100გ	კატეჩინები (+) -კატეჩინზე გადანგარიშებით მგ/100გ
1	ბლუკროპი	1362,8±23,2	544,7±10,9	187,6±3,9
2	ელიზაბეტი	1015,2±17,3	487,0±9,7	164,0±3,4
3	რეკა	598,0±10,2	389,2±7,8	100,4±2,1
4	ბლუგოლდი	765,0±13,0	467,0±9,3	165,8±3,5
5	დიუკი	1354,8±23,0	754,2±15,1	280,6±5,9
6	სანრასი	765,1±13,0	387,2±7,7	127,1±2,7
7	ბერკლი	656,9±11,2	377,5±7,6	206,0±4,3
8	სპარტანი	602,1±10,2	377,2±7,5	167,2±3,5
9	მისტი	689,8±11,7	499,9±10,0	208,5±4,4
10	ლეგასი	754,4±12,8	399,7±8,0	140,2±2,9
11	ტორო	1262,8±21,5	740,8±14,8	215,4±4,5
12	ბრიგიტა-რეი	1231,8±20,9	798,0±16,0	202,7±4,3
13	ჩანდლერი	1376,3±23,4	877,3±17,5	226,6±4,8
14	ონელი	689,6±11,7	368,0±7,4	107,4±2,3
15	ბლურეი	804,7±13,7	477,0±9,5	158,7±3,3
16	ერლიბლუ	1003,5±17,1	565,1±11,3	207,2±4,4
17	პატრიოტი	838,8±14,3	379,6±7,6	162,4±3,4

ლიტერატურული მონაცემებით ბრაზილიის ტერიტორიაზე გამწვანებული მოცვის ნაყოფების შემადგენლობაში შემავალი საერთო ფენოლების შემცველობა მერყეობს 573,93 მგ/100გ-დან - 1250,29მგ/100 გ-მდე [78, 79], სხვა ბრაზილიური კვლევები გვიჩვენებს ლურჯი მოცვის ნაყოფებში საერთო ფენოლების შემცველობას 1437,23 მგ/100გ [108]. ევროპის, კერძოდ ნორვეგიის კვლევებით მოცვის ნაყოფში

საერთო ფენოლები ფიქსირდება 612 მგ/100გ [38], ხოლო კორელების კვლევებმა აჩვენა 173 - 313 მგ/100გ [52]. ამერიკისა და ევროპის ტერიტორიაზე გაშენებული მოცვის ნაყოფების საერთო ფენოლები ახლოსაა ჩვენს მონაცემებთან, რაც შეეხება კორეაში გაშენებული მოცვის ფენოლებს დაბალია ჩვენთან შედარებით.

ლურჯი მოცვის ნაყოფების ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანური აქტიურობა

ცხრილი 17

№	ლურჯი მოცვი	ნედლი ნაყოფი	
		მონომერული ანტოციანები ციანიდინ -3-O-გლუკოზიდზე გადაანგარიშებით, მგ/100გ	ანტიოქსიდანტური აქტიურობა 50 % (მგ, ნიმუში)
1	ბლუკროპი	347,1±6,59	3,1±0,07
2	ელიზაბეტი	320,2±6,08	3,9±0,08
3	რეკა	248,8±4,73	6,1±0,13
4	ბლუგოლდი	299,2±5,68	4,2±0,09
5	დიუკი	443,6±8,43	3,7±0,08
6	სანრაისი	200,1±3,80	5,5±0,12
7	ბერკლი	161,5±3,07	5,7±0,12
8	სპარტანი	209,4±3,98	5,4±0,11
9	მისტი	281,4±5,35	5,5±0,12
10	ლეგასი	250,5±4,76	5,4±0,11
11	ტორო	505,4±9,60	2,6±0,05
12	ბრიგიტა-რეი	575,3±10,93	2,7±0,06
13	ჩანდლერი	611,7±11,62	2,4±0,05
14	ონეილი	242,6±4,61	6,1±0,13
15	ბლურეი	310,3±5,90	3,8±0,08
16	ერლიბლუ	351,9±6,69	3,3±0,07
17	პატრიოტი	207,7±3,95	6,0±0,13

ლურჯი მოცვის სხვადასხვა ჯიში ანტოციანების სხვადასხვა შემცველობით ხასიათდება. მონომერული ანტოციანების შემცველობა მაღალია ჩანდლერში

611,7±11,62 მგ/100გ, მას მოსდევს ბრიგიტა-რეი 575,3±10,93 მგ/100გ და ტორო 505,4±6=9,60 მგ/100გ. ანტოციანების შემცველობა დაბალია ბერკლის - 161,5±3,07 მგ/100გ, სანრაისის - 200,1±3,80 მგ/100გ ნიმუშებში, თითქმის თანაბარი რაოდენობა დაფიქსირდა პატრიოტსა 207,7±3,95 მგ/100გ და სპარტანში 209,4±3,98 მგ/100გ [3, 75] (ცხრილი 17).

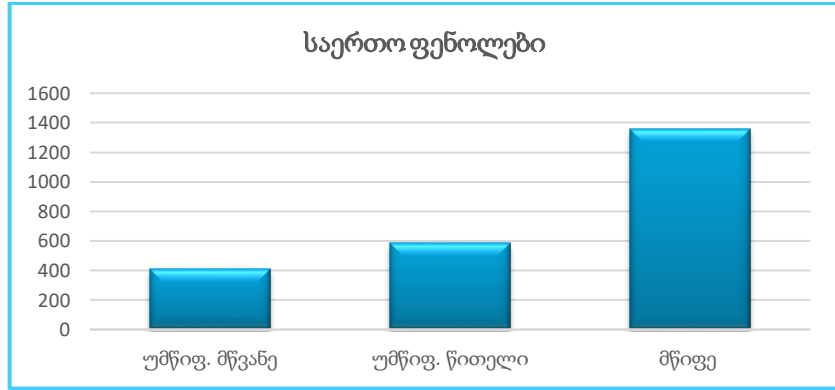
განსაზღვრული იქნა მოცვის ნაყოფების ექსტრაქტების ანტიოქსიდანტური აქტიურობა, მიღებული შედეგების შეჯერებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტიურობით გამოირჩევა ჩანდლერი 2,4±0,05 მგ, ტორო 2,6±0,05 მგ და ბრიგიტა-რეი 2,7±0,06 მგ. საშუალო ანტიოქსიდანტური აქტიურობით ხასიათდება სანრაისი 5,5±0,12 მგ, მისტი 5,5±0,12 მგ, სპარტანი 5,4 ±0,11 მგ, ბერკლი 5,7±0,12 მგ და ლეგასი 5,4±0,11 მგ, ხოლო დაბალით ონეილი 6,1±0,13 მგ და პატრიოტი 6,0±0,13 მგ [3, 4](ცხრილი 17).

როგორც კვლევებიდან ჩანს მონომერული ანტოციანების რაოდენობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტიურობას შორის არსებობს კორელაციური კავშირი.

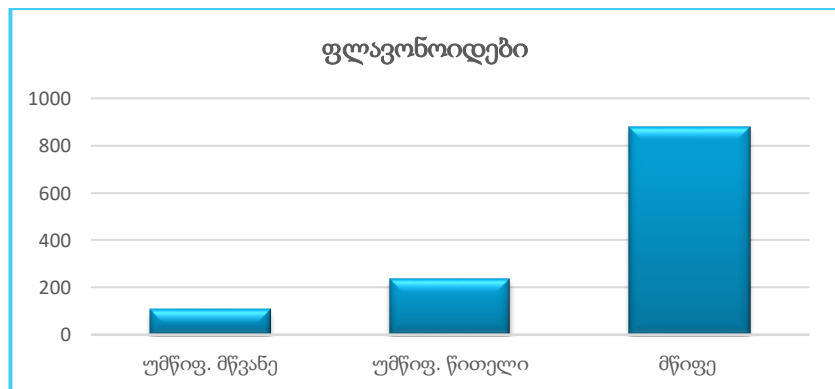
ჩვენი და სხვა ქვეყნების კვლევების შედარებითი ანალიზისას მივიღეთ განსხვავებული შედეგები. დადგინდა, რომ კორეაში შესწავლილი ლურჯი მოცვის ჯიშებიდან: სპარტანი, რეკა, სანრაისი, ტორო, ელიზაბეტი, დიუკი, ბრიგიტა-რეი, ბლურეი, ერლიბლუ, ბლუგოლდი, ბლუკროპი და ბერკლის, რომელიც მერყეობს 167,6 მგ/100გ - 394,6 მგ/100გ ფარგლებში, ანტოციანების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა სანრაისი, ბლუგოლდი, ერლიბლუ და სპარტანი, ხოლო დაბალი შემცველობით კი ტორო (167,6 მგ/100გ), მაშინ როდესაც ჩვენთან ტოროს (505,4მგ/100გ) ანტოციანების შემცველობა მაღალია. აქვე უნდა აღნიშნოს ისიც, რომ ჩვენთან არის ჯიშები, რომელთა ანტოციანების შეცველობა 2-ჯერ აღემატება კორეაში შესწავლილი ჯიშების ანტოციანების შეცველობას, ყველაზე მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა დაფიქსირებულია ჯიშ სანრაისში, ჩვენს შემთხვევაში კი ის დაბალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით ხასიათდება [52, 109].

შესწავლილი იქნა მოცვის ნაყოფში ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთთა რაოდენობრივი ცვლილებები დამწიფების პროცესში. როგორც კვლევებიდან ჩანს ნედლეული აღებული იქნა სამ ეტაპად, ნაყოფი მწვანე უმწიფარი, წითელი უმწიფარი

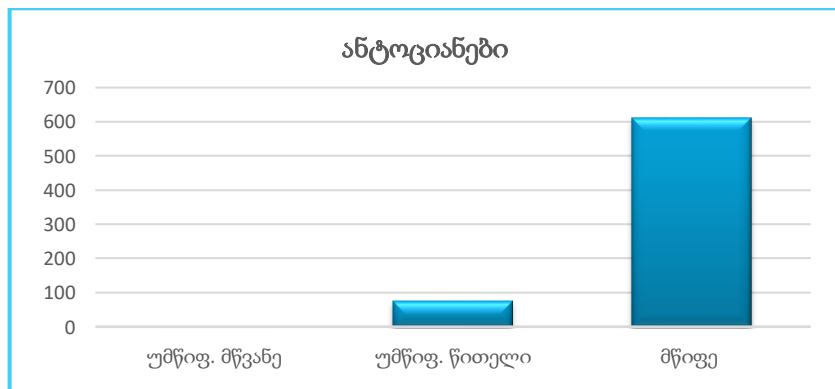
და მწიფე. საერთო ფენოლების რაოდენობამ დამწიფებისას თითქმის 3-ჯერ, კატექინების 5-ჯერ, ხოლო ფლავონოიდებმა 9-ჯერ მოიმატა, რაც შეეხება ანტოციანებს, რომელთა მაღალი შემცველობით გამოირჩევა მოცვი მოიმატა 0-დან 600-ს ერთეულამდე (დიაგრამა 4 - 7) .



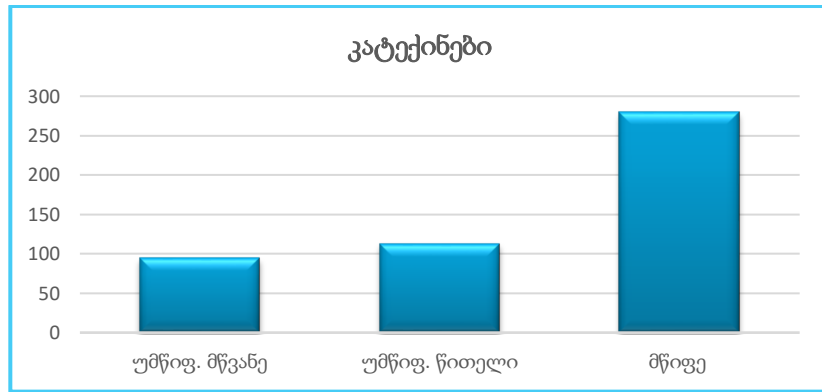
დიაგრამა 4. მოცვის საერთო ფენოლების დინამიკა დამწიფების პროცესში



დიაგრამა 5. მოცვის ფლავონოიდების დინამიკა დამწიფების პროცესში



დიაგრამა 6. მოცვის ანტოციანების დინამიკა დამწიფების პროცესში



დიაგრამა 7. მოცვის კატეჯინების დინამიკა დამწიფების პროცესში

როგორც დიაგრამა 6-დან ჩანს ანტოციანები საერთოდ არ ფიქსირდება უმწიფარ მწვანე ნაყოფში, ხოლო დამწიფების პარალელურად იზრდება ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების შემცველობა.

ამ კვლევების საფუძველზე შეიძლება რეკომენდაცია გაეწიოს შემდგომი გავრცელების პერსპექტივით ჩანდლერს, ბრიგიტა-რეის, ტოროს, დიუკსა და ბლუკროპს.

თავი 6. კავკასიური მოცვის (*Vaccinium arctostaphylos* L) ნაყოფის ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების კვლევა

ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა ადგილობრივი მოცვი *Vaccinium arctostaphylos*. ნიმუშები აღებული იქნა აჭარისა და იმერეთის რეგიონში. ადგილობრივი კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ნაყოფები შავი შეფერილობისა და მრგვალი ფორმისაა. კავკასიური მოცვი ლურჯ მოცვთან შედარებით გამოირჩევა პატარა ზომის ნაყოფებით, რომლის მასა $0,89\pm 0,02 - 0,94\pm 0,02$ გ-ია, ხოლო დიამეტრი $9,43\pm 0,14 - 9,75\pm 0,15$ მმ-ის ფარგლებშია (ცხრილი 18). კვლევისათვის აღებული იქნა 500 გრამი ნიმუში, განისაზღვრა მისი ტექნიკური მაჩვენებლები და დადგინდა წვენის გამოსავალი, რომელიც მერყეობდა 85-95% მდე.

კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ნაყოფისა ტექნიკური მაჩვენებლები

ცხრილი 18

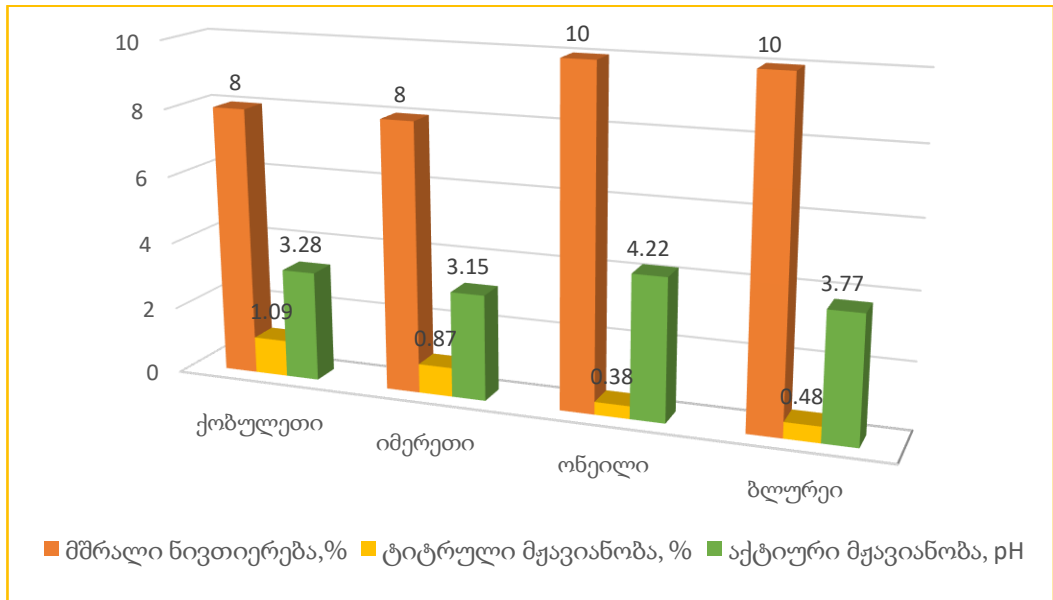
№	კავკასიური მოცვი	კავკასიური მოცვის ტექნიკური მაჩვენებლები						
		ფერი	ფორმა	ზომა, მმ		მასა ერთი ცალის, გ	მოცულობა ერთი ცალის, მლ	გემო
				გრძივი ჭრილი	განივი ჭრილი			
1	ქობულეთი	შავი	მრგვალი	$9,87\pm 0,15$	$9,75\pm 0,15$	$0,94\pm 0,02$	$0,89\pm 0,01$	მომჟავო
2	იმერეთი	შავი	მრგვალი	$9,54\pm 0,14$	$9,43\pm 0,14$	$0,89\pm 0,02$	$0,82\pm 0,01$	მომჟავო

კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ნაყოფის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

ცხრილი 19

№	კავკასიური მოცვი	ნაყოფის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები		
		აქტიური მჟავიანობა, pH	ტიტრული მჟავიანობა, %	მშრალი ნივთიერება, %
1	ქობულეთი	$3,28\pm 0,07$	$1,09\pm 0,03$	$8,0\pm 0,7$
2	იმერეთი	$3,15\pm 0,07$	$0,87\pm 0,02$	$8,0\pm 0,17$

იმერეთსა და ქობულეთის ტერიტორიაზე აღებული კავკასიური მოცვის ნიმუშების კვლევისას, დავადგინეთ რომ აქტიური მჟავიანობა და მშრალი ნივთიერების რაოდენობა მსგავსია, მიუხედავად განსხვავებული კლიმატური პირობებისა, რაც შეეხება ტიტრულ მჟავიანობას ის მაღალია ქობულეთის რეგიონში აღებულ ნიმუშებში იმერეთთან შედარებით, რაც სავარაუდოდ განპირობებულია იმერეთის კონტინენტური კლიმატით (ცხრილი 19). ლურჯი მოცვის ნაყოფების მონაცემებთან შედარებისას, რომელიც ჩვენს რეგიონში იქნა ინტროდუცირებული, აღმოჩნდა, რომ კავკასიური მოცვი გამოირჩევა მაღალი აქტიური და ტიტრული მჟავიანობით და მშრალი ნივთიერების დაბალი შემცველობით ლურჯ მოცვთან შედარებით (დიაგრამა 8).

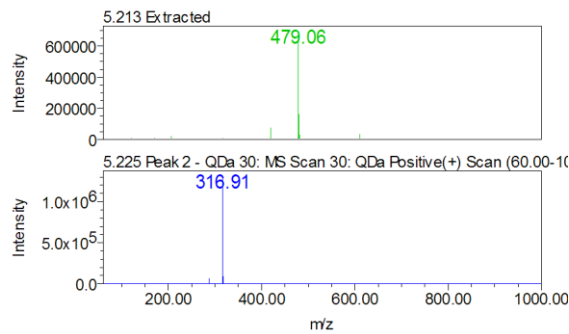
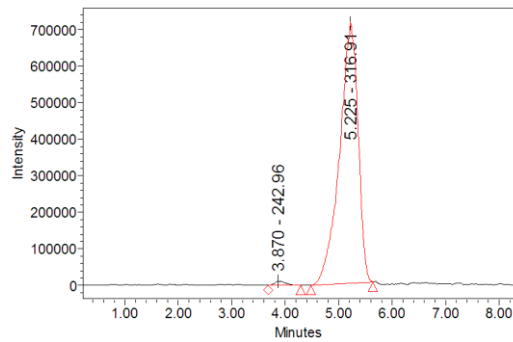


დიაგრამა 8. კავკასიური მოცვისა და ლურჯი მოცვის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ნაყოფებიდან ანტოციანების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფითა (HPLC) და ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფის არისა და მას-სპექტრული დეტექტორით (UPLC-PDA-MS).

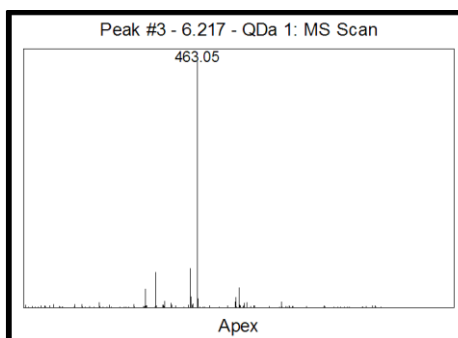
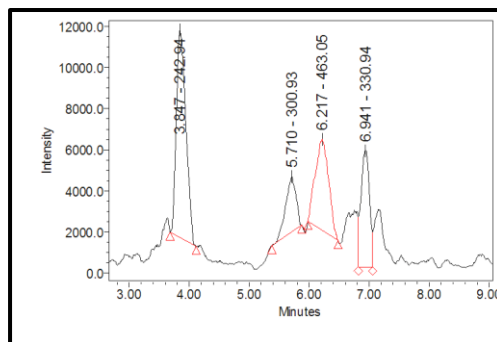
ჩვენს მიერ პირველად იქნა შესწავლილი დასავლეთ საქართველოში, კერძოდ იმერეთსა და აჭარაში გავრცელებული კავკასიური მოცვის ნაყოფების შემადგენლობაში შემავალი ანტოციანების შემცველობა HPLC და UPLC-PDA-MS-ით.

ნივთიერება 23 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 479,06 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 316,91; შეკავების დრო 5,213 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 526 ნმ-ზე (სურათი 68). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 23 შეესაბამება პეტუნინ-3-O-გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{22}H_{23}O_{12}$ მოლეკულური მასა 478.



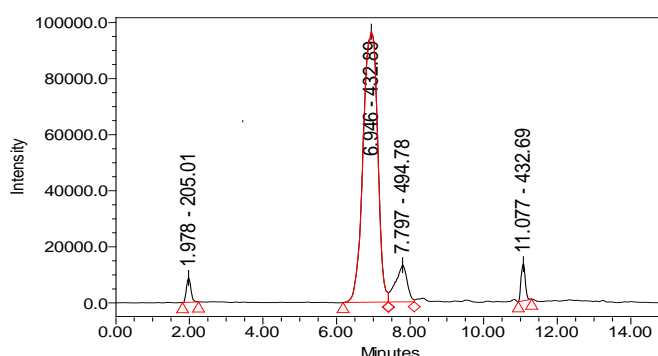
სურათი 68. ნივთიერება 23 ქრომატოგრამა

ნივთიერება 24 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 463,05 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 300,93; შეკავების დრო 6,217 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 527 ნმ-ზე (სურათი 69). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 24 შეესაბამება პეონინ-3-O-გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{22}H_{23}O_{11}$ მოლეკულური მასა 462.



სურათი 69. ნივთიერება 24 ქრომატოგრამა

ნივთიერება 25 - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება $[M-H]^+$ - m/z 432,89 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 301,07; შეკავების დრო 6,946 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 279 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 527 ნმ-ზე (სურათი 70). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 25 შესაბამეა პეონიდინ-3-O-არაბინოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა - $C_{21}H_{21}O_{10}$ მოლეკულური მასა 431.



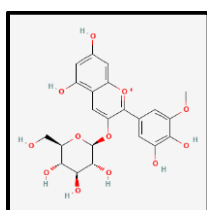
სურათი 70. ნივთიერება 25 ქრომატოგრამა

ნივთიერებათა იდენტიფიკაციას ვახდენდით ნივთიერებათა მასის <https://metlin.scripps.edu> თავისუფალი ბაზის საშუალებით, ასევე რეცენზირებული ლიტერატურული გამოცემების მონაცემებთან შედარებით.

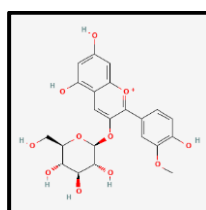
ნივთიერება 23, 24 და 25 მას-სპექტრული მონაცემები

ცხრილი 20

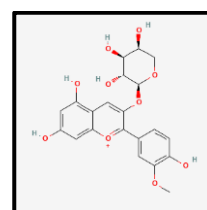
ნივთიერება	დასახელება	მოლეკულის ფორმულა	[M+H] ⁺ (m/z)	[M+H] ⁺ (m/z)	R _t (min)
23	პეტუნინდინ-3-O-გლუკოზიდი	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁	479.06	316.91	5.213
24	პეონინდინ-3-O-გლუკოზიდი	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁	463.05	300.93	6.250
25	პეონინდინ-3-O-არაბინოზიდი	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₀	432.89	300.97	6.946



A



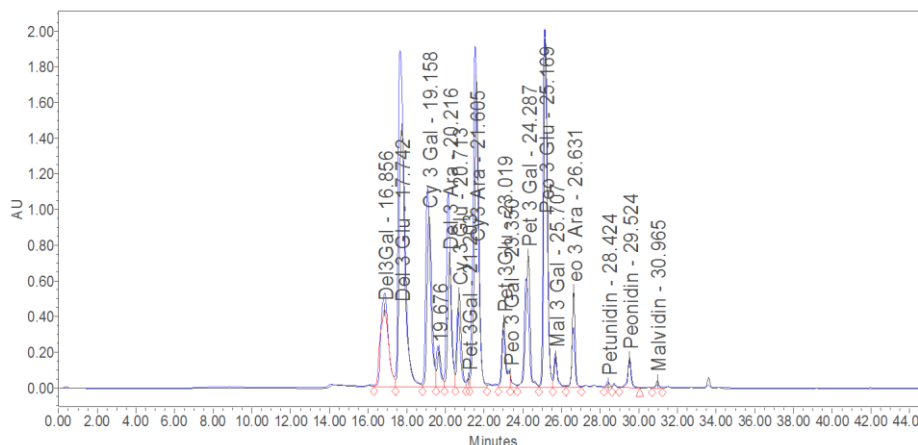
B



C

სურათი 71. ანტოციანების გლუკოზიდების ფორმულები: A - პეტუნინდინ-3-O-გლუკოზიდი; B - პეონინდინ-3-O-გლუკოზიდი; C - პეონინდინ-3-O-არაბინოზიდი.

იმერეთის ტერიტორიაზე აღებულ მოცვის ნიმუშებში იდენტიფიცირებული იქნა 18 ანტოციანური გლიკოზიდი. დომინანტ გლიკოზიდს წარმოადგენდა დეფინდინ-3-O-გლუკოზიდი 112,2±2,24 მგ/100გ, ციანიდინ-3-O-არაბინოზიდი 92,99±1,86 მგ/100გ და პეონინდინ-3-O-გლუკოზიდი 88,42±1,77 მგ/100გ, მცირე რაოდენობით კი შეიცავს მალვიდინ-3-(6"აცეტილ)გალაქტოზიდი 0,98±0,02 მგ/100გ (სურათი 72; ცხრილი 21).

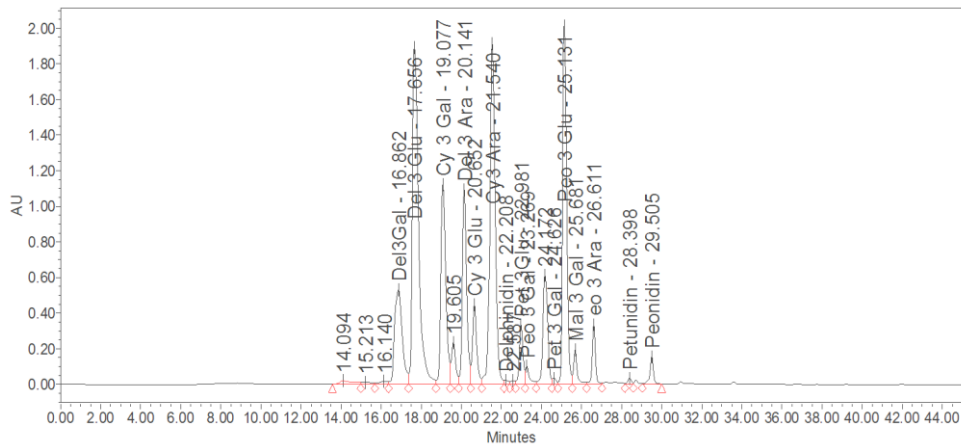


სურათი 72. იმერეთში აღებული კაკასიური მოცვის ნაყოფის ანტოციანების HPLC ქრომატოგრამა scan. 518 nm.

იმერეთში აღებული კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ნაყოფის
შემადგენლობაში შემავალი ანტოციანების ქრომატოგრაფიული მონაცემები

ცხრილი 21

	დასახელება	შეკავების დრო	ფართობის%	შემცველობა	ერთეული
1	დეფინიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	16.856	8.14	46,00±0,92	მგ/100გ
2	დეფინიდინ-3-0-გლუკოზიდი	17.742	19.86	112,2±2,24	მგ/100გ
3	ციანიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	19.158	10.02	56,61±1,13	მგ/100გ
4	დეფინიდინ-3-0-არაბინოზიდი	20.216	6.38	36,04±0,72	მგ/100გ
5	ციანიდინ-3-0-გლუკოზიდი	20.713	4.41	24,91±0,50	მგ/100გ
6	პეტუნიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	21.203	0.25	1,41±0,03	მგ/100გ
7	ციანიდინ-3-0-არაბინოზიდი	21.605	16.46	92,99±1,86	მგ/100გ
8	პეტუნიდინ-3-0-გლუკოზიდი	23.019	3.18	17,96±0,36	მგ/100გ
9	პეონიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	23.350	0.32	1,80±0,04	მგ/100გ
10	პეტუნიდინ-3-0-არაბინოზიდი	24.287	7.10	40,11±0,80	მგ/100გ
11	პეონიდინ-3-0-გლუკოზიდი	25.169	15.65	88,42±1,77	მგ/100გ
12	მალვიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	25.707	1.30	7,34±0,15	მგ/100გ
13	პეონიდინ-3-0-არაბინოზიდი	26.631	3.45	19,49±0,39	მგ/100გ
14	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი	27.050	0.17	0,98±0,02	მგ/100გ
15	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	27.400	0.22	1,26±0,03	მგ/100გ
16	პეტუნიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	27.657	0.97	5,51±0,11	მგ/100გ
17	პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი	28.424	0.38	2,07±0,04	მგ/100გ
18	პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	29.524	0.80	4,53±0,09	მგ/100გ



სურათი 73. ქობულეთში აღებული კავკასიური მოცვის ნაყოფის ანტოციანების
HPLC ქრომატოგრამა scan. 518 nm

ქობულეთში აღებული კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ნაყოფის
შემადგენლობაში შემავალი ანტოციანები

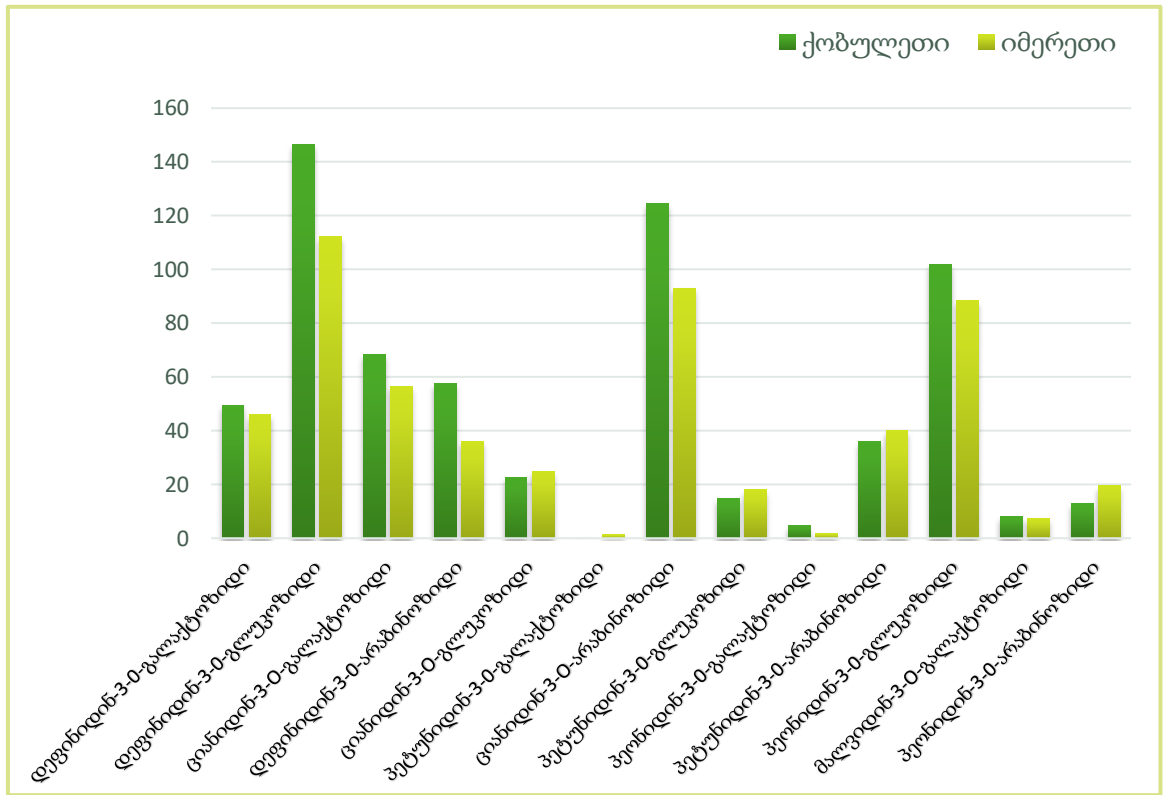
ცხრილი 22

	დასახელება	შეკავების დრო	ფართობის %	რაოდენობა	ერთეული
1	დეფინიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	16.862	7.31	49,56±0,99	მგ/100გ
2	დეფინიდინ-3-0-გლუკოზიდი	17.656	21.63	146,65±2,93	მგ/100გ
3	ციანიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	19.077	10.08	68,34±1,37	მგ/100გ
4	დეფინიდინ-3-0-არაბინოზიდი	20.141	8.51	57,69±1,15	მგ/100გ
5	ციანიდინ-3-0-გლუკოზიდი	20.652	3.35	22,71±0,45	მგ/100გ
6	ციანიდინ-3-0-არაბინოზიდი	21.540	18.36	124,56±2,49	მგ/100გ
7	პეტუნიდინ-3-0-გლუკოზიდი	22.981	2.19	14,85±0,30	მგ/100გ
8	პეონიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	23.269	0.71	4,81±0,10	მგ/100გ
9	პეტუნიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	24.172	5.31	36,02±0,72	მგ/100გ
10	პეონიდინ-3-0-გლუკოზიდი	25.131	15.02	101,9±2,04	მგ/100გ
11	მალვიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	25.681	1.21	8,21±0,16	მგ/100გ
12	პეონიდინ-3-0-არაბინოზიდი	26.611	1.92	13,02±0,26	მგ/100გ
13	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი	27.102	0.16	1,08±0,02	მგ/100გ
14	მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	27.400	0.38	2,57±0,05	მგ/100გ
15	პეტუნიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი	27.657	0.31	2,10±0,04	მგ/100გ
16	პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ) გალაქტოზიდი	28.029	0.12	0,81±0,02	მგ/100გ
17	პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ) გლუკოზიდი	29.721	0.17	1,15±0,02	მგ/100გ

ქობულეთის ტერიტორიაზე აღებულ მოცვის ნიმუშებში იდენტიფიცირებული იქნა 17 ანტოციანური გლიკოზიდი. იმერეთის ნიმუშისგან განსხვავებით ქობულეთის ნიმუშში არ იქნა იდენტიფიცირებული პეტუნიდინ-3-0-გალაქტოზიდი. დომინანტ გლიკოზიდებს წარმოადგენდა დეფინიდინ-3-0-გლუკოზიდი 146,65±2,93 მგ/100გ, ციანიდინ-3-0-არაბინოზიდი 124,56±2,49 მგ/100გ და პეონიდინ-3-0-გლუკოზიდი 101,9±2,04 მგ/100გ, მცირე რაოდენობით კი ფიქსირდება პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ) გალაქტოზიდი 0,81±0,02 მგ/100გ (სურათი 73; ცხრილი 22).

ცალკეული ანტოციანების შემცველობა კავკასიური მოცვის

Vaccinium arctostaphylos L ნაყოფში



დიაგრამა 9. კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ანტოციანების შემცველობა

კვლევის შედეგად დადგინდა კავკასიური და ლურჯი მოცვის განსხვავებული თვისობრივი შედგენილობა. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან 5 ანტოციანური გლიკოზიდით. კერძოდ, კავკასიურ მოცვში არ იქნა იდენტიფიცირებული ლურჯი მოცვისათვის დამახასიათებელი ანტოციანიდინები: მალვიდინ-3-0-გლუკოზიდი (m/z 493/331), მალვიდინ-3-0-არაბინოზიდი (m/z 465,32/331), ხოლო კავკასიურ მოცვში დაფიქსირებული პეტუნინ-3-0-გლუკოზიდი, პეონიდინ-3-0-გლუკოზიდი და პეონიდინ-3-0-არაბინოზიდი არ იქნა იდენტიფიცირებული ლურჯ მოცვში. როგორც UPLC-ის კვლევებიდან ჩანს ქობულეთის ტერიტორიაზე აღებული მოცვის ნიმუშებში ანტოციანური გლიკოზიდების შემცველობა ჭარბობს იმერეთის ტერიტორიაზე აღებულ ნიმუშებთან შედარებით.

კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, ანტოციანების და კატექინების რაოდენობრივი ანალიზი და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა

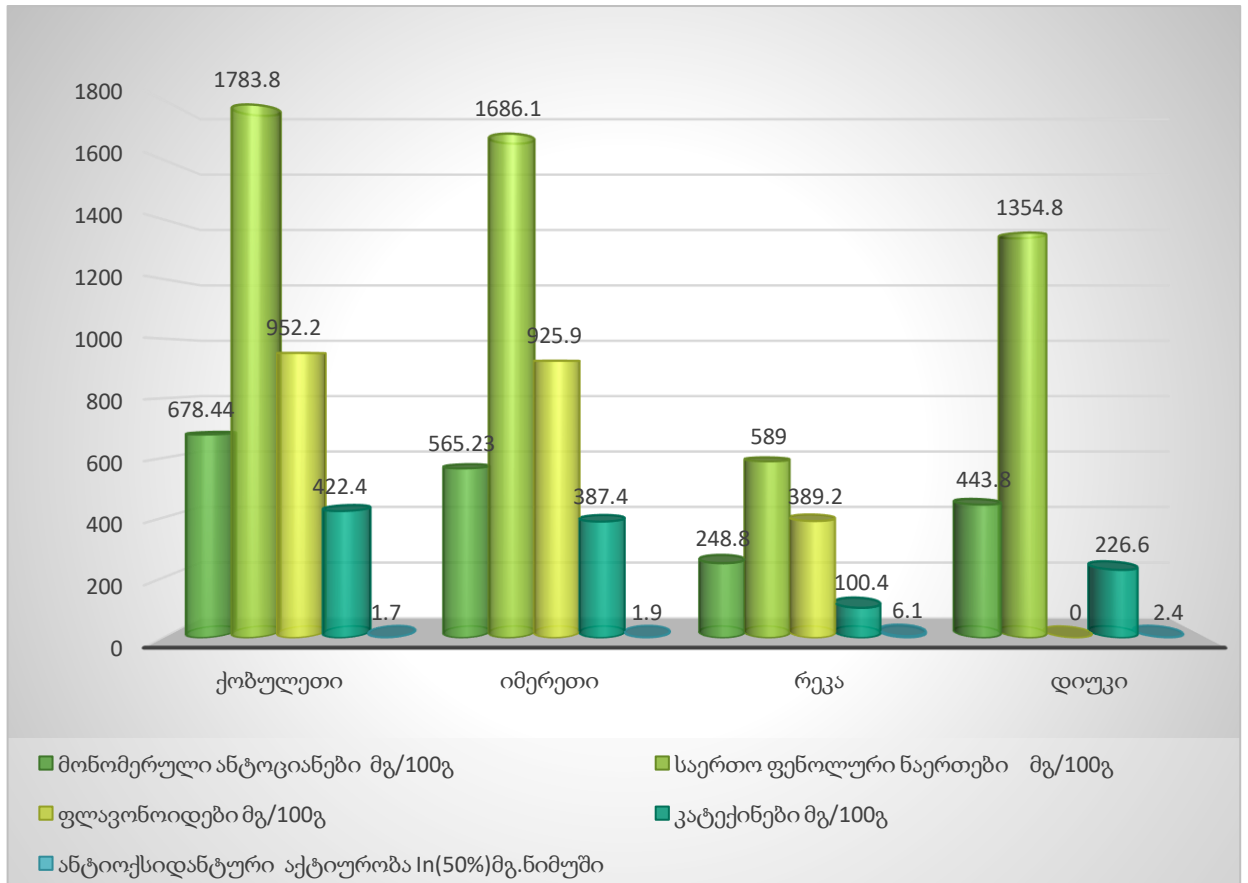
ჩვენს მიერ შესწავლილი და შედარებული იქნა გავრცელების სხვადასხვა არეალის მქონე კავკასიური მოცვის ფენოლური ნაერთების ძირითადი ქვეკლასების რაოდენობრივი შედგენილობა. დადგენილი იქნა, რომ ქობულეთსა და იმერეთში აღებულ ნიმუშებს შორის დიდია განსხვავება ანტოციანებსა და საერთო ფენოლების შემცველობაში, ქობულეთის ნიმუშში ეს ნაერთები 100 ერთეულით მეტია, ვიდრე იმერეთში, რასაც ვერ ვიტყვით ფლავონოიდებსა და კატექინებზე (ცხრილი 23).

კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, ანტოციანების და კატექინების რაოდენობრივი ანალიზი და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა

ცხრილი 23

ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები	კავკასიური მოცვი ქობულეთი	კავკასიური მოცვი იმერეთი
ანტოციანები ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდზე გადაანგარიშებით მგ/100გ	678,44±12,89	565,23±10,73
საერთო ფენოლები გალის მჟავაზე გადაანგარიშებით მგ/100გ	1783,8±30,32	1686,1±28,66
ფლავონოიდები რუთინზე გადაანგარიშებით, მგ/100გ	952,2±19,04	925,9±18,51
კატექინები (+)-კატექინზე გადაანგარიშებით მგ/100გ	422,4±8,87	387,4±8,13
ანტიოქსიდანტური აქტიურობა In(50%) მგ. ნიმუშში	1,7±0,03	1,9±0,03

სხვა სურათი გვაქვს აღნიშნული ნიმუშების ლურჯი მოცვის ნიმუშებთან შედარებისას. საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, ანტოციანების და კატექინების შემცველობით და ანტიოქსიდანტური აქტიურობით კავკასიური მოცვის ნაყოფები თითქმის 1,5-ჯერ აღემატება ლურჯი მოცვის ნაყოფებს (დიაგრამა 10).



დიაგრამა 10. კავკასიური მოცვისა და ლურჯი მოცვის საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, ანტოციანებისა, კატექინების რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა.

შესწავლილი კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ფენოლური ნაერთების თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობის შედარებით ლურჯი მოცვის შედგენილობასთან, დადგინდა რომ, თვისობრივად მათ შორის არის განსხვავება. კავკასიურ მოცვში აღმოჩენილი და იდენტიფიცირებული იქნა მოცვის სახეობებისთვის ახალი ნივთიერებები (პეტუნინ-3-0-გლუკოზიდი; პეონინ-3-0-გლუკოზიდი; პეონინ-3-0-არაბინოზიდი). აღმოჩნდა, რომ კავკასიური მოცვი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების შემცველობით უფრო მდიდარია, ვიდრე ლურჯი მოცვი და გააჩნია უფრო მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტიურობა.

თავი 7. კაკასიური (*Vaccinium arctostaphylos* L) და ლურჯი მოცვის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება შენახვისა და გადამუშავების დროს

მოცვი, ისევე როგორც ყველა კენკრა, მალფუჭებადი ხილია თავისი ნაზი სტრუქტურის გამო. ეს კი მოითხოვს მოსავლის აღების შემდგომ შენახვასა და გადამუშავებას ტემპერატურული პირობების კონტროლით. რაც ხელს შეუწყოს მოცვის მოხმარებას მთელი წლის განმავლობაში. როგორც უკვე ავღნიშნეთ მოცვი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების მაღალი შემცველობითა და შესაბამისად, მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტიურობით გამოირჩევა. გადამუშავებისა და შენახვისას მოითხოვს ოპტიმალური პირობების დაცვას, რითაც მაქსიმალურად იქნება შენარჩუნებული კენკრის ხარისხი.

ახლად დაკრეფილ მოცვის ნაყოფებს წინასწარ ვახარისხებდით და ვაცლიდით - ყუნწს, ფოთოლს, დაჭყლეტილ და დასნებოვნებულ ნაყოფებს, ვრეცხავდით გამდინარე წყლით, დაყოვნების შემდეგ ვათავსებდით ცივ ადგილას ოპტიმალური ტემპერატურაზე 0°C-დან 5°C-მდე, შემდეგ ვახდენდით ნაყოფების შოკურ გაყინვას - 45°C-ზე და ვინახავდით -25°C-ზე.

შესწავლილი იქნა ნაყოფის ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების და ანტიოქსიდანტური აქტიურობის ცვლილება შენახვის სხვადასხვა პირობებში. კერძოდ-ნედლი ნაყოფი შენახული 5°C-ზე 2 კვირის, -25°C-ზე ერთი, სამი, ექვსი და ცხრა თვის განმავლობაში.

ჩვენს მიერ განსაზღვრული იქნა მოცვის ნაყოფების საერთო ფენოლების შემცველობა სხვადასხვა ტემპერატურული რეჟიმისა და პერიოდის პირობებში შენახვისას. ფენოლების შემცველობა ნედლ ნიმუშთან შედარებით ნიმუშში 5°C-ზე შენახვისას ორი კვირის განმავლობაში შემცირდა 4-18 %-ით. ფენოლების მაღალი შემცველობა შენარჩუნებული იქნა ელიზაბეტსა და ჩანდლერში, ხოლო ყველაზე მაღალი დანაკარგი დაფიქსირდა პატრიოტსა და რეკაში (ცხრილი24). -25°C-ზე შენახულ ნიმუშებში კი საერთო ფენოლების შემცველობა უმნიშვნელოდ 0,41 %-დან 25 %-მდე მცირდება. შენახვიდან ერთი თვის შემდეგ ზოგიერთ ჯიშში - დიუკი, სპარტანი, ერლიბლუ დაფიქსირდა მცირედ ფენოლური ნაერთების მატებაც. ხოლო

3, 6 და 9 თვით შენახვის შემდეგ ნიმუშებში ფიქსირდება უმნიშვნელო რაოდენობით შემცირება(ცხრილი 24).

კავკასიური და ლურჯი მოცვის ნაყოფების საერთო ფენოლების შემცველობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში

ცხრილი 24

მოცვის ნაყოფის ექსტრაქტი	საერთო ფენოლები გალის მჟავაზე გადაანგარიშებით მგ /100 გ (შშრალ მასაზე) შენახვის სხვადასხვა პირობებში					
	ახლად დაკრეფილი	5°C -ზე შენახული 2 კვირის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 1 თვის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 3 თვის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 6 თვის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 9 თვის შემდეგ
ბლუკროპი	1362,8±23	1287,2±21,9	1358,9±23,1	1360,9±23,1	1341,8±22,8	1307±22,2
ელიზაბეტი	1015,2±17,3	973,9±16,6	1005,9±17,1	1003,7±17,1	999,8±17,0	993,9±16,9
რეკა	598±10,2	486,2±8,3	595±10,1	574,1±9,8	563,5±9,6	558,2±9,5
ბლუგოლდი	765±13,0	668,3±11,4	761±12,9	760,2±12,9	745,1±12,7	731,9±12,4
დიუკი	1354,8±23,0	1217,8±20,7	1389,5±23,6	1354,5±23,0	1349,6±22,9	1347,9±22,9
სანრაისი	765,1±13,0	661,7±11,2	755,1±12,8	757,3±12,9	749,8±12,7	741,3±12,6
ბერკლი	656,9±11,2	549,6±9,3	650,1±11,1	592,9±10,1	587,4±10,0	581±9,9
სპარტანი	602,1±10,2	541±9,2	604,9±10,3	589±10,0	577,25±9,8	571,2±9,7
მისტი	689,8±11,7	645,9±11,0	680,81±11,6	680,9±11,6	675±11,5	670,9±11,4
ლეგასი	754,4±12,8	640±10,9	744,6±12,7	750,5±12,8	742,05±12,6	723,8±12,3
ტორო	1262,8±21,5	1136,5±19,3	1242,1±2,11	1256,2±21,4	1209,9±20,6	1189,5±20,2
ბრიგიტა-რეი	1231,8±20,9	1018,7±17,3	1221,2±20,8	1222,4±20,8	1211,7±20,6	1197,9±20,4
ჩანდლერი	1376,3±23,4	1323,4±22,5	1366,3±23,2	1348,7±22,9	1332,4±22,7	1327,6±22,6
ონეილი	689,5±11,7	587,7±10,0	675,7±11,5	670,1±11,4	664,8±11,3	664,1±11,3
ბლურეი	804,7±13,7	750,8±12,8	806,1±13,7	800,9±13,6	796,92±13,5	792,1±13,5
ერლიბლუ	1003,5±17,1	907,9±15,4	1009,5±17,2	995,2±16,9	990,92±16,8	979,2±16,5
პატრიოტი	838,8±14,3	689,7±11,7	822,6±14,0	820,2±13,9	814,5±13,8	810,3±13,8
კავკასიური მოცვი ქობულეთი	1783,8±30,3	1572,5±26,7	1743,6±29,6	1743,4±29,6	1725±29,3	1709,7±29,1
კავკასიური მოცვი იმერეთი	1686,1±28,8	1521,8±25,9	1679,2±28,4	1667,4±28,3	1656±28,2	1635,5±27,8

ფლავონოიდების შემცველობა -5°C-ზე შენახულ ნიმუშში ორი კვირის შემდეგ შემცირდა დაახლოებით 8 %-დან 30 %-მდე. ფლავონოიდების შედარებით მაღალი დანაკარგი დაფიქსირდა ლეგასში (30%), ხოლო ყველაზე დაბალი ბლუკროპში (8%) (ცხრილი 25). -25°C-ზე შენახულ ნიმუშებში კი ფლავონოიდების შემცველობა

უმნიშვნელოდ მცირდება შენახვის ვადების ზრდასთან ერთად. 9 თვით შენახული ნიმუშებიდან ყველაზე დაბალი შემცირება ფლავონოიდების შემცველობისა დაფიქსირდა დიუკში დაახლოებით 6%, ხოლო ყველაზე მაღალი ონეილში დაახლოებით 28% (ცხრილი 25).

კავკასიური და ლურჯი მოცვის ნაყოფების ფლავონოიდების შემცველობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში

ცხრილი 25

მოცვის ნაყოფის ექსტრაქტი	ფლავონოიდები რუთინზე გადაანგარიშებით მგ /100 გ(შშრალი მასა) შენახვის სხვადასხვა პირობებში					
	ახლად დაკრეფილი	5°C -ზე შენახული 2 კვირის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 1 თვის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 3 თვის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 6 თვის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 9 თვის შემდეგ
ბლუკროპი	544,7±10,9	499,8±10,0	545,2±10,9	531,8±10,6	503,8±10,1	486,7±9,7
ელიზაბეტი	487,0±9,7	341,2±6,8	455,2±9,1	443,0±8,9	413,3±8,3	397,0±7,9
რეკა	389,2±7,8	305,9±6,1	382,3±7,6	362,4±7,2	342,4±6,8	301,4±6,0
ბლუგოლდი	467,0±9,3	379,2±7,6	469,1±9,4	449,7±9,0	423,2±8,3	394,4±7,9
დიუკი	754,2±15,1	618,4±12,4	745,0±14,9	738,0±14,8	721,8±14,4	709,9±14,2
სანრაისი	387,2±7,7	345,0±6,9	377,1±7,5	368,9±7,4	352,7±7,1	331,0±6,6
ბერვლი	377,5±7,6	292,4±5,9	277,5±5,6	274,9±5,5	255,5±5,1	244,6±4,9
სპარტანი	377,2±7,5	224,9±4,5	304,8±6,1	300,7±6,0	270,1±5,4	264,3±5,3
მისტი	499,9±10,0	354,4±7,1	479,2±9,6	413,0±8,3	402,4±8,0	369,0±7,4
ლეგასი	399,7±8,0	276,2±5,5	386,7±7,7	337,0±6,7	310,8±6,2	297,1±5,9
ტორო	740,8±14,8	600,4±12,0	739,0±14,8	725,0±14,5	701,3±14,0	679,6±13,6
ბრიგიტა-რეი	798,0±16,0	690,5±13,8	770,0±15,4	756,8±15,1	694,5±13,9	676,5±13,5
ჩანდლერი	877,3±17,5	692,4±13,8	876,2±17,5	815,3±16,3	792,7±15,9	706,8±14,1
ონეილი	368,0±7,4	295,0±5,9	370,1±7,4	348,3±7,0	304,7±6,1	261,4±5,2
ბლურეი	477,0±9,5	401,2±8,0	455,2±9,1	443,0±8,9	413,3±8,3	397,0±7,9
ერლიბლუ	565,1±11,3	499,8±10,0	545,2±10,9	531,8±10,6	503,8±10,1	486,7±9,7
პატრიოტი	379,6±7,6	291,2±5,9	366,8±7,3	323,0±6,5	309,8±6,2	300,1±6,0
კავკასიური მოცვი ქობულეთი	952,2±19,0	822,4±16,4	956,2±19,1	905,3±18,1	862,7±17,3	833,8±16,7
კავკასიური მოცვი იმერეთი	925,9±18,3	787,4±15,7	910,5±18,2	890,0±17,8	836,9±16,7	800,3±16,0

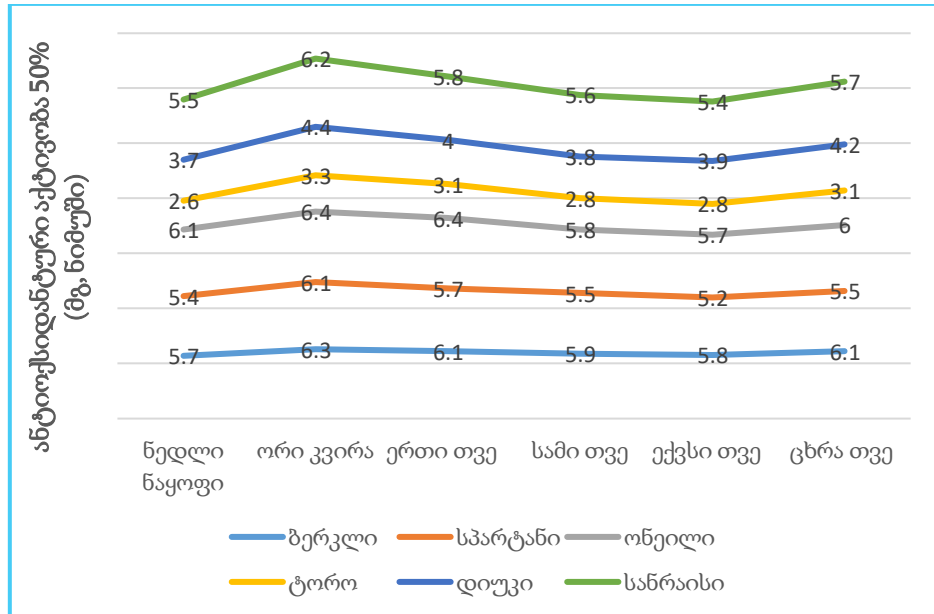
კვლევებისას დასაბუთდა, რომ ანტოციანების რაოდენობა შენახვისას ორი კვირის განმავლობაში 5°C-სა და 1 თვის განმავლობაში -25°C -ზე თითქმის არ იცვლება, ხოლო -25°C -ზე სამი თვის განმავლობაში შენახულ ნედლ ნაყოფში ანტოციანებმა მოიმატა 0,22%-დან 13%-მდე (ცხრილი 26). რაც აიხსნება იმით, რომ ტემპერატურის შემცირებისას მიმდინარეობს ფიზიოლოგიური პროცესები, რაც ხელს უწყობს პროანტოციანების გარდაქმნის პროცესებს.

კავკასიური და ლურჯი მოცვის გაყინული ნაყოფების ანტოციანების შემცველობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში

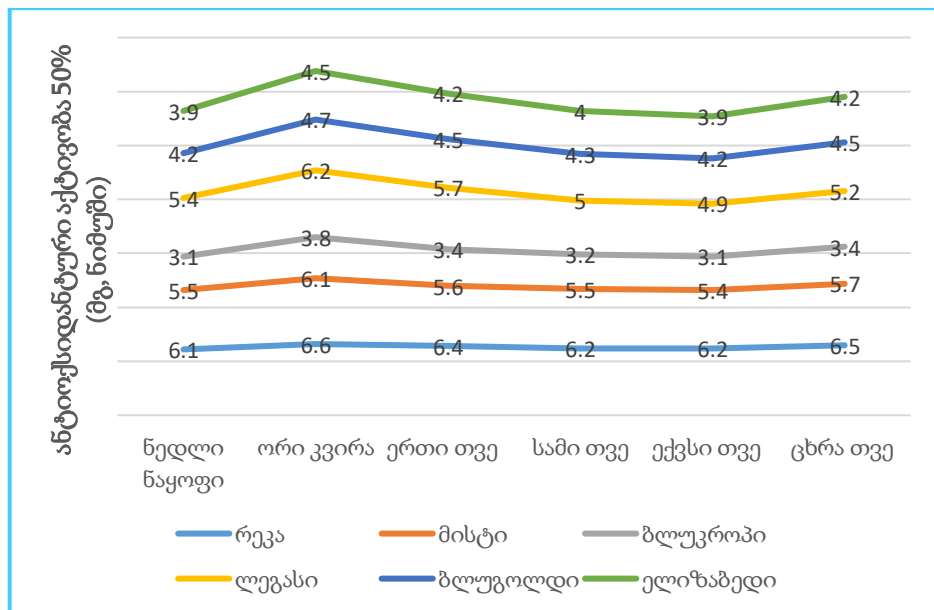
ცხრილი 26

მოცვის ნაყოფის ექსტრაქტი	ანტოციანები ციანიდინ-3 გლუკოზიდზე გადაანგარიშებით მგ /100 გ (მშრალი მასა) შენახვის სხვადასხვა პირობებში					
	ახლად დაკრეფილი	5°C -ზე შენახული 2 კვირის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 1 თვის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 3 თვის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 6 თვის შემდეგ	- 25°C -ზე შენახული 9 თვის შემდეგ
ბლუკროპი	347,1±6,6	304,7±5,9	333,8±6,3	349,7±6,6	356,9±6,8	354,7±6,7
ელიზაბეტი	320,2±6,1	300,4±5,7	305,5±5,9	320,9±6,1	347,7±6,6	333,9±6,3
რეკა	248,8±4,7	209,2±4,0	207,7±3,9	237,3±4,5	236,9±4,5	224,6±4,3
ბლუგოლდი	299,2±5,7	267,4±5,1	288,6±5,5	290,5±5,5	291,2±5,5	275,0±5,2
დიუკი	443,6±8,4	400,1±7,6	437,7±8,3	462,6±8,8	460,1±8,7	446,3±8,6
სანრასი	200,1±3,8	167,8±3,2	197,3±3,7	210,4±4,0	227,9±4,3	214,3±4,1
ბერკლი	161,5±3,1	149,4±2,8	147,2±2,8	169,9±3,2	170,4±3,2	174,6±3,3
სპარტანი	209,4±4,0	190,1±3,6	202,7±3,9	222,4±4,2	238,3±4,5	227,9±4,3
მისტი	281,4±5,3	238,6±4,5	280,4±5,3	278,7±5,3	263,3±5,0	229,7±4,4
ლეგასი	250,5±4,8	210,2±4,0	247,7±4,7	259,3±4,9	256,9±4,9	236,6±4,5
ტორო	505,4±9,6	500,2±9,5	500,2±9,5	520,8±9,9	505,4±9,6	498,3±9,5
ბრიგიტა-რეი	575,3±10,9	560,7±10,7	557,4±10,6	563,7±10,7	591,1±11,2	592,0±11,2
ჩანდლერი	611,7±11,6	576,6±11,0	613,1±11,6	627,7±11,9	610,2±11,6	591,1±11,2
ონელი	242,6±4,6	213,3±4,1	222,7±4,2	273,7±5,2	271,4±5,2	243,3±4,6
ბლურეი	310,3±5,9	301,0±5,7	300,7±5,7	312,9±5,9	346,5±6,6	343,6±6,5
ერლიბლუ	351,9±6,7	299,6±5,7	323,7±6,2	347,1±6,6	386,4±7,3	374,2±7,1
პატრიოტი	207,7±3,9	180,0±3,4	200,2±3,8	212,7±4,0	228,1±4,3	217,5±4,1
კავკასიური მოცვი ქობულეთი	724,3±13,8	699,9±13,3	717,7±13,6	762,2±14,5	763,9±14,5	741,4±14,1
კავკასიური მოცვი იმერეთი	698,4±13,3	676,4±12,9	695,5±13,2	724,4±13,8	731,9±13,9	699,9±13,3

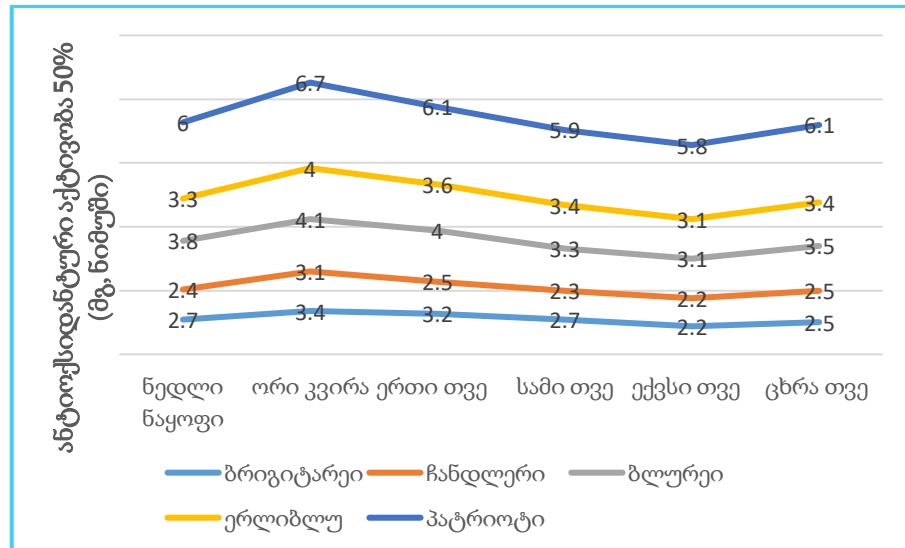
ანტიოქსიდანტური აქტიურობა - ინჰიბირება (In) შენახვის სხვადასხვა პირობებში



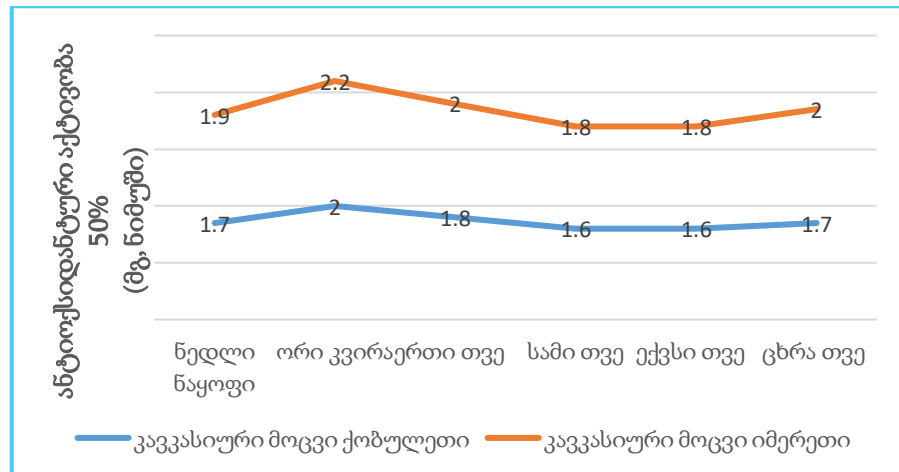
დიაგრამ 11. ლურჯი მოცვის (ბერკლი, სპარტანი, ონეილი, ტორო, დიუკი, სანრაისი) ანტიოქსიდანტური აქტიურობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში



დიაგრამა 12. ლურჯი მოცვის (რეკა, მისტი, ბლუკროპი, ლეგასი, ბლუგოლდი, ელიზაბეტი) ანტიოქსიდანტური აქტიურობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში



დიაგრამ 13. ლურჯი მოცვის (ბრიგიტა-რეი, ჩანდლერი, ბლურეი, ერლიბლუ, პატრიოტი) ანტიოქსიდანტური აქტიურობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში

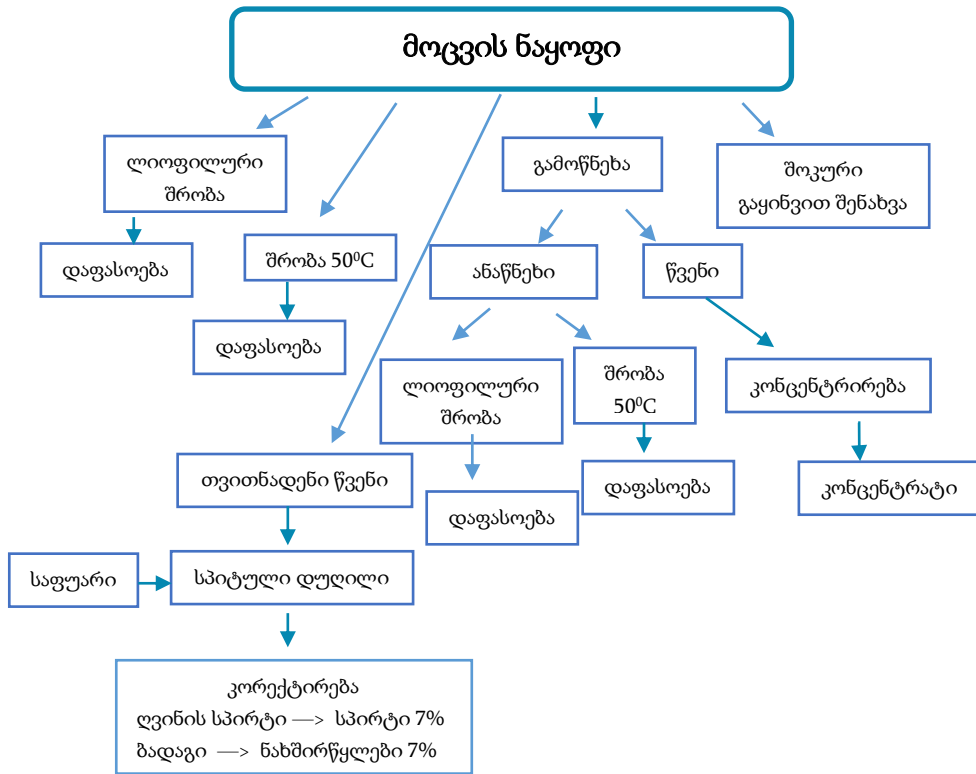


დიაგრამ 14. კაკვასიური მოცვის ანტიოქსიდანტური აქტიურობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში

დიაგრამებიდან 11 - 14 ჩანს როგორ იცვლება ანტიოქსიდანტური აქტიურობა მოცვის ნაყოფის შენახვის სხვადასხვა პირობებში. ორი კვირის განმავლობაში 5°C-ზე შენახულ ნიმუშებში მცირდება, ხოლო -25°C -ის პირობებში შენახულ ნიმუშებში თანდათანობით მატულობს, რაც კოლერაციაშია ანტოციანების შემცველობასთან [76].

კაკვასიური მოცვის ნაყოფის გადამუშავება. საანალიზოდ აღებული ნიმუშის საერთო მასა შეადგენდა 11,215 კგ, სადაც ნაყოფი - 9,535 კგ-ია (საერთო მასის 85%), თვითნადენი წვენი - 1,25 ლ (საერთო მასის 11,14%) და ფოთოლი - 0,430 კგ (საერთო მასის 3,86%).

განსაზღვრული იქნა მოცვის ნაყოფის ბიოლოგიური აქტიურობის განმსაზღვრელი მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტიურობის მქონე ანტოციანების შემცველობა (ციანიდინ-3-გლუკოზიდ ქლორიდზე გადაანგარიშებით). გადასამუშავებელ მოცვის ნაყოფში ანტოციანების შემცველობა 1044,57 მგ/კგ.



სქემა 2. მოცვის გადამუშავება

ნაყოფი. რომელიც შეადგენდა საერთო ნიმუშის 85% გადამუშავდა, კერძოდ, მიღებული იყო წვენი, წვენის კონცენტრატი და მიღებული ანაწნები კი გავაშრეთ ერთი ნაწილი კონვექციურად და მეორე ლიოფილურად.

კონვექციულად გამშრალი მოცვის ნაყოფისა და ანაწნების წარმოება - მოცვის ნაყოფის 50°C რეჟიმში შრობის შემდეგ 1კგ ნედლი ნაყოფიდან მიღებული იქნა 161გ (ანტოციანების შემცველობა 3426,18 მგ/კგ), ხოლო 1 კგ ნედლი ანაწნებიდან 258გ (ანტოციანების შემცველობა 5027,86 მგ/კგ) მშრალი პროდუქტი.

მოცვის ნაყოფი გამშრალი ლიოფილურად - აღნიშნული მეთოდით 84°C რეჟიმში შრობის შემდეგ 1კგ ნედლი ნაყოფიდან მიღებული იქნა 143,5გ (ანტოციანების შემცველობა 6044,57 მგ/კგ), ხოლო 1 კგ ნედლი ანაწნებიდან 180 გ (ანტოციანების შემცველობა 8217,27 მგ/კგ) მშრალი პროდუქტი. გამშრალ ნიმუშებში ტენი არ აღემატებოდა 10%-ს.

გამშრალი პროდუქტების მიღებისას ბიოაქტიური ნაერთების შემცველობის მიხედვით უპირატესობა ენიჭება ლიოფილურ შრობას. ანტოციანების შემცველობა თითქმის 2-ჯერ მეტია ლიოფილურად გამშრალ პროდუქტებში.

წვენის მიღება. ნაყოფი დაიწნიხა, დაქუცმაცების გარეშე, რადგან არ დაზიანებულყო წიპწა. წვენის გამოსავალი შეადგენდა 60 – 62,5 %, მიღებულ წვენში მშრალი ნივთიერების რაოდენობა იყო 7,9 – 8,1 % Brix, ტიტრული მჟავიანობა 5,21 – 5,24 %, ანტოციანების შემცველობა 140 - 145 მგ/ლ.

წვენის კონცენტრატის წარმოება. წვენი დაკონცენტრირებული იქნა ვაკუუმის პირობებში (40 – 45°C ტემპერატურაზე). კონცენტრატის წარმოება წვენის მოცულობას ამცირებს 7 (55 %Brix) - 9 ჯერ (60% Brix), რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს შესანახი და სარეალიზაციო პროდუქციის მოცულობას. წვენის კონცენტრატში მაქსიმალურად არის შენარჩუნებული ანტოციანები შემცველობა-1305 – 1685 მგ/კგ (საწყისის 95%).

მოცვის ნაყოფის დაწნების შემდეგ დარჩენილი **ანაწნები** წარმოადგენს საერთო მასის დაახლოებით 40%. ანტოციანების შემცველობა 1956,82 მგ/კგ. ამ უკანასკნელის შემცველობის მიხედვით ანაწნები მნიშვნელოვანი მეორადი ნედლეულია ანტოციანური ექსტრაქტის მისაღებად. ასევე აღსანიშნავია, რომ ანაწნები ფაქტიურად აღარ შეიცავს შაქრებს, რაც ოპტიმალური პირობაა ანტოციანების მაქსიმალური გამოწვლილვისა და კონცენტრირებისათვის.

ანტოციანური ექსტრაქტის წარმოებისათვის ექსტრაგენტად გამოყენებულ იქნა 80% ეთილის სპირტი, ექსტრაქცია ხორციელდებოდა სამჯერადად ულტრაბგერით აბაზანაში (გაცხელების გარეშე). ექსტრაქციის პირველ ეტაპზე ექსტრაგირებულ იქნა ანტოციანების 83%. შესაბამისად, შესაძლებელია ანაწნების ერთჯერადი ექსტრაქცია, ხოლო ექსტრაგირებული ანაწნები, რომელიც ძირითადად წარმოადგენს ცელულოზის მასას, გამოყენებულ იქნეს საკონდიტრო წარმოებაში, როგორც ანტოციანშემცველი დანამატი.

თვითნადავ წვენში მშრალი ნივთიერების რაოდენობა იყო 7,6% Brix, ანტოციანების შემცველობა 191,67 მგ/ლ. ნაწილი წვენისა გამოყენებულ იქნა, როგორც **მოცვის ღვინო მასალა**. დამატებულ იქნა კულტურული საფუარი და აქტივატორი, მიღებულ „ღვინოში“, ანტოციანების შემცველობა 188,02 მგ/ლ. ალკოჰოლური

დულილის შედეგად დაგროვდა 4-4.5 %-მდე ეთილის სპირტი. ეს მაჩვენებელი ვერ უზრუნველყოფს პროდუქციის ორგანოლექტიკურ მახასიათებლებს და კორექტირებისათვის დამატებული იყო ეთილის სპირტი (ღვინის) და ყურძნის ბადაგი (65%-იანი).

მოცვის ნაყოფის, წვენის და მათგან წარმოებული პროდუქტებში ანტოციანების შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა

ცხრილი 27

№	დასახელება	ანტოციანები	ანტიოქსიდანტური აქტიურობა, 50% ინჰიბირება მგ. ნიმუშისა
1	მოცვის ნაყოფი	1044.57±19,8	2.0±0,04
2	მოცვის თვითნადენი წვენი	140±2,7	2.9±0,06
3	წვენის კონცენტრატი	1305±24,8	1.83±0,04
4	ანაწნები	1956.18±37,2	1.61±0,03
5	გამშრალი ნაყოფი 50 °C	3426.18±65,1	1.27±0,03
6	გამშრალი ანაწნები 50 °C	5027.86±95,5	1.10±0,02
7	გამშრალი ნაყოფი ლიოფილურად	6044.57±114,8	1.07±0,02
8	გამშრალი ანაწნები ლიოფილურად	8217.24±156,1	1.01±0,02
9	ღვინო	189,92±3,6	2,7±0,06

გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტიდან მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტიურობით ხასიათდება ლიოფილურად გამშრალი პროდუქტები (ცხრილი 27).

დასკვნები:

1. შესწავლილი იქნა დასავლეთ საქართველოში ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის 17 ჯიშის ბლუკროპის, ელიზაბეტის, რეკას, ბლუგოლდის, დიუკის, სანრაისის, ბერკლის, სპარტანის, მისტის, ლეგასის, ტოროს, ბრიგიტა-რეის, ჩანდლერის, ონეილის, ბლურეის, ერლიბლუსა და პატრიოტის ნაყოფების ქიმიური შედგენილობა. ნაყოფიდან UPLC-PDA-MS მეთოდის გამოყენებით იდენტიფიცირებული იქნა 17 ანტოციანური გლიკოზიდი: ციანიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი; დელფინიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; დელფინიდინ-3-O-არაბინოზიდი; პეტუნიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; პეტუნიდინ-3-O-არაბინოზიდი; მალვიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; მალვიდინ-3-O-არაბინოზიდი; მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდი; პეონიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; ცინიდინ-3-O-არაბინოზიდი; დელფინიდინ-3-O-გლუკოზიდი; მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი; მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი; პეტუნიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი; პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი; პეონიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი და 5 აგლიკონი: პეტუნიდინი, პეონიდინი, მალვიდინი, დელფინიდინი და ციანიდინი. დადგენილი იქნა, რომ საქართველოში მოყვანილი ლურჯი მოცვის ნაყოფები ანტოციანური შედგენილობით განსხვავდება კანადაში, კორეაში, დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში, ჩინეთსა და ამერიკაში გაშენებული მოცვის ნიმუშებისაგან, მსგავსება დაფიქსირდა მხოლოდ რუმინეთში ჩატარებულ კვლევის შედეგებთან.

2. პირველად ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა დასავლეთ საქართველოში, ორ რეგიონში- აჭარისა და გურიის ტერიტორიაზე გავრცელებული ადგილობრივი სახეობის კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ნაყოფების ანტოციანების შემცველობა UPLC-PDA-MS ქრომატოგრაფიით. ქობულეთის ტერიტორიაზე აღებულ მოცვის ნიმუშში იდენტიფიცირებული იქნა 17, ხოლო იმერეთის რეგიონში -18 გლიკოზიდი. ისინი განსხვავდებიან მხოლოდ ერთი ანტოციანით - პეტუნიდინ-3-O-გალაქტოზიდით. ყველა ნიმუშში დომინანტ ანტოციანებს წარმოადგენენ დელფინიდინ-3-O-გლუკოზიდი, ციანიდინ-3-O-არაბინოზიდი და პეონიდინ-3-O-გლუკოზიდი.

3. დაფიქსირდა ანტოციანიდების მიხედვით თვისობრივი განსხვავება კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L და ლურჯი მოცვის შედგენილობას შორის. კერძოდ ლურჯი მოცვისათვის დამახასიათებელი ანტოციანიდინები: მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდი (m/z 493/331), მალვიდინ-3-O-არაბინოზიდი (m/z 465,32/331) არ იქნა იდენტიფიცირებული კავკასიურ მოცვში, ხოლო კავკასიურ მოცვში დაფიქსირებული პეტუნდინ-3-0-გლუკოზიდი, პეონდინ-3-0-გლუკოზიდი და პეონდინ-3-0-არაბინოზიდი არ იქნა იდენტიფიცირებული ლურჯ მოცვში.

4. განსაზღვრული იქნა ლურჯი მოცვის სხვადასხვა ჯიშის 2015 - 2018 წლების მოსავლის ნაყოფის წვენის ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლები, ეს მონაცემები მსგავსია და მერყეობს - მშრალი ნივთიერება 9,5 – 10,1%, აქტიური მჟავიანობა 3,16 – 3,68 და ტიტრული მჟავიანობა 0,54 – 0,66% ფარგლებში. რაც სავარაუდოდ განპირობებულია ერთნაირი გაზაფხული-ზაფხულის ოპტიმალური ტემპერატურული რეჟიმით. ჩვენთან მოყვანილი მოცვის ნაყოფების მონაცემების შედარებით ამერიკას, კორეასა და ევროპაში მოყვანილ ნაყოფთან დადგინდა რომ, მშრალი ნივთიერება 2-3%-ით ჩამოუვარდება ამერიკის, მკვეთრად არ განსხვავდება კორეასა და დასავლეთ ევროპაში გაშენებული მოცვი მონაცემებისაგან, ხოლო ტიტრული მჟავიანობა ნაკლებია უცხოური კვლევების მონაცემებთან შედარებით.

5. UPLC-PDA-MS მეთოდით შესწავლილი იქნა ფენოლკარბონმჟავები, ნახშირწყლები და ორგანული მჟავები. დადგენილი იქნა, რომ ლურჯი მოცვის ნაყოფების ფენოლკარბონმჟავებიდან დომინანტია ქლოროგენის მჟავა. ქლოროგენის მჟავა სხვადასხვა ჯიშში მერყეობს $0,33\pm 0,007$ -დან - $0,57\pm 0,012$ მგ/გ-მდე ფარგლებში. ეს შედეგი მსგავსია აშშ-ს კვლევების მონაცემების. მონოსაქარიდებიდან იდენტიფიცირებული იქნა - გლუკოზა და ფრუქტოზა, ორგანული მჟავებიდან - ლიმონმჟავა (50%-ზე მეტი), ხოლო სხვა ფენოლკარბონმჟავები, ორგანული მჟავები და ნახშირწყლები ნაპოვნია კვალის სახით.

6. კარბაზოლის სპექტრალური მეთოდით შესწავლილი იქნა საერთო პექტინი, ჰიდროპექტინი და პროტოპექტინი. საერთო პექტინის ყველაზე დიდი რაოდენობა დაფიქსირდა ბერკლსა $8,54\pm 0,23$ % და მისტში $7,42\pm 0,20$ %.

7. ჩვენს მიერ სხვადასხვა ჯიშის შაქარ/მჟავა ინდექსის განსაზღვრისას დადგენილი იქნა, რომ ჩვენში წარმოებული მოსავალი აკმაყოფილებს ევროპული ბაზრის მოთხოვნას ლურჯი მოცვის ნაყოფის მიმართ, გარდა ჯიშებისა - ბრიგიტა-რეის $6,41 \pm 0,15$, ბლურეის $9,98 \pm 0,23$, ბლუგოლდისა $8,46 \pm 0,19$ და პატრიოტის $9,74 \pm 0,31$, სადაც შაქარ/მჟავა ინდექსი 10-ზე დაბალია.

8. ლურჯი მოცვის ნაყოფში ნაცრის ელემენტების შესწავლისას დადგინდა, რომ პროცენტული შემცველობა მერყეობდა 5580 ± 106 - 11300 ± 214 ppm-ის ფარგლებში. ნაყოფში კალიუმის იონები $1172 \pm 22,3$ - $2205 \pm 41,9$ ppm, მაგნიუმის იონები $119 \pm 2,3$ - $735 \pm 14,0$ ppm, კალციუმის იონები $670 \pm 12,7$ - $1720 \pm 2,7$ ppm, ხოლო სხვა მაკროელემენტები გვხვდება კვალის სახით. ჩვენთან კულტივირებული მოცვი კალიუმის იონების შემცველობით თითქმის 2-ჯერ აღემატება ჩრდილოეთ ევროპის, ხოლო 1,5-ჯერ ჩამოუვარდება სამხრეთ ამერიკისა და ჩრდილოეთ აფრიკის კვლევის მონაცემებს.

9. ლურჯი მოცვის 17 ჯიშში შესწავლილი იქნა საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, კატექინებისა და ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობისა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობის დამოკიდებულება ჯიშობრიობასა და ნაყოფის დამწიფების ფაზებთან. საერთო ფენოლების შემცველობა მერყეობს $1376,3 \pm 23,4$ მგ/100გ - $598,0 \pm 10,2$ მგ/100გ, ფლავონოიდების $368,0 \pm 7,4$ -დან - $877,3 \pm 17,5$ -მდე მგ/100გ-ის, კატექინების $280,6 \pm 5,9$ მგ/100გ - $100,4 \pm 2,1$ მგ/100გ, ანტოციანები - $611,7 \pm 11,62$ მგ/100გ- $161,5 \pm 3,07$ მგ/100გ ფარგლებში, ხოლო ანტიოქსიდანტური აქტიურობა $2,4 \pm 0,05$ მგ- $6,0 \pm 0,13$ მგ ფარგლებში. ფენოლური ნაერთების შემცველობითა და მაღალი ანტიოქსიდანტობით გამოირჩევა შემდეგი ჯიშები - ჩანდლერი, ბრიგიტა-რეი, ტორო, დიუკი და ბლუკროპი. დამწიფების ეტაპების კვლევისას საერთო ფენოლების რაოდენობამ 3-ჯერ, კატექინების 5-ჯერ, ფლავონოიდებმა 9-ჯერ, ხოლო ანტოციანების 0-დან 600-მგ/100გ-მდე მოიმატა. ინტროდუცირებული ჯიშებზე ჩატარებული ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთთა რაოდენობრივი შემცველობისა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობის კვლევის შედეგები მსგავსია ამერიკისა და ევროპის, ხოლო კორეის მონაცემებს 2-ჯერ აღემატება.

10. განსაზღვრული იქნა კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L საერთო ფენოლების 1783,8±30,32 - 1686,1±28,66 მგ/100გ, ფლავონოლების 952,2±19,04 - 925,9±18,51 მგ/100გ, ანტოციანების 678,44±12,89 - 565,23±10,73 მგ/100გ და კატექინების 422,4±8,87 - 387,4±8,13 მგ/100გ რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა 1,7±0,03 - 1,9±0,03. დადგენილი იქნა, რომ კავკასიური მოცვის ნაყოფები ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების რაოდენობრივი შემცველობით თითქმის 1,5-ჯერ, ხოლო ანტიოქსიდანტური აქტიურობით 2-2,5 ჯერ აღემატება ლურჯი მოცვის მონაცემებს, აგრეთვე მცირედით, მაგრამ მაინც განსხვავებულია მონაცემები გავრცელების არეალის მიხედვით. დადგენილი იქნა, რომ ქობულეთის ტერიტორიაზე არსებული კავკასიური მოცვის ნაყოფების მონაცემები მაღალია იმერეთის რეგიონთან შედარებით.

11. ლურჯი მოცვის ნაყოფი მალფუჭებადია, ამიტომ კვლევები ჩატარდა ნაყოფების შენახვისას სხვადასხვა პირობებში (ტემპერატურული რეჟიმი და ხანგრძლივობა) ძირითადი მონაცემების შენარჩუნებისა და გაუმჯობესების მიზნით. დადასტურდა, რომ შენახვის ოპტიმალური პირობებია ნედლი ნაყოფი -25° C -ზე შენახული 1-დან 3 თვემდე, სადაც ფენოლურ ნაერთთა შემცველობა ნაკლებად მცირდება, ანტოციანის რაოდენობა მატულობს თითქმის 2-ჯერ, ხოლო ანტიოქსიდანტობა 0,5-ჯერ, რაც კოლერაციაშია ანტოციანების შემცველობასთან.

12. შემუშავებული იქნა კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L გადამუშავების ტექნოლოგიური სქემა. მიღებულ პროდუქტებში - მოცვის ნაყოფი, მოცვის თვითნადენი წვენი, წვენის კონცენტრატი, გამონაწნეხი, გამშრალი ნაყოფი 50°C, გამშრალი გამონაწნეხი 50°C, გამშრალი ნაყოფი ლიოფილურად (84°C), გამშრალი გამონაწნეხი ლიოფილურად (84°C), მოცვის ღვინო, განსაზღვრული იქნა ანტოციანების რაოდენობა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა. დადგენილი იქნა, რომ ყველა ამ პროდუქტიდან ყველაზე მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტიურობით ხასიათდება ლიოფილურად გამშრალი, როგორც გამონაწნეხი 1.01±0,02, ასევე მთლიანი ნაყოფი 1.07±0,02.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ებრალიძე ლ. ლამპრაძე შ. ჯაში დ. ჯაბნიძე ნ. მეხილეობა. ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. სალექციო კურსი. გვ.169-173.
2. მ.ხახუტაიშვილი; ი.ჯაფარიძე; მ.ვანიძე. (2016). „საქართველოში ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის ნაყოფის ნახშირწყლებისა და ორგანული მჟავების კვლევა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით“. ჟურნალი „ag-roNews“ (ISSN2346-8467).
3. მ.ხახუტაიშვილი; მ.ვანიძე; ი.ჯაფარიძე; ა.კალანდია. (2016). „მოცვის ანტოციანების და ანტიოქსიდანტობის ცვალებადობა შენახვის დროს“ მესამე სამეცნიერო კონფერენცია, „ბუნებრივი და სინთეზური ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები“. გვ.160-161.
4. მ.ხახუტაიშვილი; მ.ვანიძე. (2015). „აჭარაში გამენებული ლურჯი მოცვის ანტოციანები“. საქართველო, ქუთაისი. მეოთხე საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ინტერნეტ - კონფერენცია „ბიოუსაფრთხო კვების პროდუქტთა პრობლემები და ბიზნეს გარემო“.
5. ნ. ვარშანიძე, მ. ვანიძე, ი. ჯაფარიძე. (2009). აჭარის სასარგებლო მცენარეები. ISBN 978-9941-0-1541-0. გვ. 211-213.
6. ხინთიბიძე ლ. (1984). ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია. ტ. 7, გვ. 152.
7. ხიდაშელი შ., პაპუნძე ვ. (1985). „საქართველოს ტყის სამკურნალო მცენარეები“. ბათუმი „საბჭოთა აჭარა“. გვ.148-152.
8. Bunea, A., Rugină, D., Sconța, Z., Pop, R. M., Pintea, A., Socaciu, C., ... & VanCamp, J. (2013). Anthocyanin determination in blueberry extracts from various cultivars and their antiproliferative and apoptotic properties in B16-F10 metastatic murine melanoma cells. *Phytochemistry*, 95, 436-444.
9. Brito, A., Areche, C., Sepúlveda, B., Kennelly, E. J., & Simirgiotis, M. J. (2014). Anthocyanin characterization, total phenolic quantification and antioxidant features of some Chilean edible berry extracts. *Molecules*, 19(8), 10936-10955.

10. Michalska, A., & Łysiak, G. (2015). Bioactive compounds of blueberries: post-harvest factors influencing the nutritional value of products. *International journal of molecular sciences*, 16(8), 18642-18663.
11. Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99(1), 191-203.
12. Ballard, C.R.; Maróstica, M.R. (2018). Health benefits of flavonoids. In *Bioactive Compounds: Health Benefits and Potential Applications*; Segura-Campos, M.R., Ed.; Elsevier Inc.: Amsterdam, The Netherlandspp. 185–201.
13. Bhuyan, D.J; Basu, A. (2017). Utilisation of bioactive compounds derived from waste in the food industry. In *Utilisation of Bioactive Compounds from Agricultural and Food Waste* (pp. 342-357). CRC Press.
14. Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.
15. Brambilla, A., Lo Scalzo, R., Bertolo, G., & Torreggiani, D. (2008). Steam-blanching highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) juice: phenolic profile and antioxidant capacity in relation to cultivar selection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(8), 2643-2648.
16. Bridle, P., & Timberlake, C. F. (1997). Anthocyanins as natural food colours—selected aspects. *Food chemistry*, 58(1-2), 103-109.
17. Burdulis, D., Ivanauskas, L., Dirsė, V., Kazlauskas, S., & Ražukas, A. (2007). Study of diversity of anthocyanin composition in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) fruits. *Medicina*, 43(12), 971.
18. Burdulis, D., Sarkinas, A., Jasutiene, I., Stackevicėnė, E., Nikolajėvas, L., & Janulis, V. (2009). Comparative study of anthocyanin composition, antimicrobial and antioxidant activity in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits. *Acta poloniae pharmaceutica*, 66(4), 399-408.

19. Caleja, C., Ribeiro, A., Filomena Barreiro, M., & CFR Ferreira, I. (2017). Phenolic compounds as nutraceuticals or functional food ingredients. *Current pharmaceutical design*, 23(19), 2787-2806.
20. Cao, J.K., Jiang, W.B., Zhao Y.M. (2007). *Experiment guidance of postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables*. China Light Industry Press, Beijing.
21. Carocho, M., & CFR Ferreira, I. (2013). The role of phenolic compounds in the fight against cancer: a review. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents)*, 13(8), 1236-1258.
22. Castañeda-Ovando, A., de Lourdes Pacheco-Hernández, M., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A., & Galán-Vidal, C. A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food chemistry*, 113(4), 859-871.
23. Castrejón, A. D. R., Eichholz, I., Rohn, S., Kroh, L. W., & Huyskens-Keil, S. (2008). Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. *Food Chemistry*, 109(3), 564-572.
24. Castro L, Freeman BA. (2001). Reactive oxygen species in human health and disease. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*.17(2):161-5.
25. Chea, S., Yu, D. J., Park, J., Oh, H. D., Chung, S. W., & Lee, H. J. (2019). Fruit softening correlates with enzymatic and compositional changes in fruit cell wall during ripening in 'Bluecrop' highbush blueberries. *Scientia Horticulturae*, 245, 163-170.
26. Cho, M. J., Howard, L. R., Prior, R. L., & Clark, J. R. (2004). Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(13), 1771-1782.
27. Clifford, M. N. (2000). Anthocyanins—nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 1063-1072.

28. Connor, A. M., Luby, J. J., & Tong, C. B. (2002). Variation and heritability estimates for antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content in blueberry progenies. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(1), 82-88.
29. Connor, A. M., Luby, J. J., Hancock, J. F., Berkheimer, S., & Hanson, E. J. (2002). Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(4), 893-898.
30. D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R., Giovannini, C., & Masella, R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali-Istituto Superiore di Sanita*, 43(4), 348.
31. Debnath, S. C. (2009). Development of ISSR markers for genetic diversity studies in *Vaccinium angustifolium*. *Nordic Journal of Botany*, 27(2), 141-148.
32. De la Rosa, L.A.; Moreno-Escamilla, J.O.; Rodrigo-García, J.; Alvarez-Parrilla, E. (2018). Phenolic compounds. In *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*; Elsevier Inc.: Amsterdam, The Netherlands, pp. 253–271;
33. Delgado-Vargas, F., Jiménez, A. R., & Paredes-López, O. (2000). Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical reviews in food science and nutrition*, 40(3), 173-289.
34. Eck, P. (1988). *Blueberry science*. Rutgers University Press.
35. Ehlenfeldt, M. K., & Prior, R. L. (2001). Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentrations in fruit and leaf tissues of highbush blueberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5), 2222-2227.
36. Evans, E.A.; Ballen, F.H. (2014). *An Overview of US Blueberry Production, Trade, and Consumption, with Special Reference to Florida*. UF/IFAS Extension. Available online: <http://edis.ifas.ufl.edu/fe952> .
37. F. A. Ayaz , A. Kadioglu , E. Bertoft , C. Acar & I. Turna (2001). Effect of fruit maturation on sugar and organic acid composition in two blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* and *V. myrtillus*) native to Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 29:2, 137-141.

38. Gao, L., & Mazza, G. (1994). Quantitation and distribution of simple and acylated anthocyanins and other phenolics in blueberries. *Journal of food science*, 59(5), 1057-1059.
39. Giovanelli, G., & Buratti, S. (2009). Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food chemistry*, 112(4), 903-908.
40. Gough, R. E. (1993). *The highbush blueberry and its management*. CRC Press.
41. Hall, I. V., Forsyth, F. R., Aalders, L. E., & Jackson, L. P. (1972). Physiology of the lowbush blueberry. *Economic Botany*, 68-73.
42. Halliwell, B. (1992). Reactive oxygen species and the central nervous system. *Journal of neurochemistry*, 59(5), 1609-1623.
43. Harborne, J. B., & Mabry, T. J. (2013). *The flavonoids: advances in research*.
44. Heinonen, M. (2007). Antioxidant activity and antimicrobial effect of berry phenolics—a Finnish perspective. *Molecular nutrition & food research*, 51(6), 684-691.
45. Hendry, G. A. F., & Houghton, J. D. (Eds.). (1996). *Natural food colorants*. Springer Science & Business Media.
46. Henggang Li, Jinqiu Huang, Yuhui Bie, Yingying Huang, Xun Wang. (2020). Changes in pectin components of different blueberry varieties during fruit development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 474 032006.
47. Holton, T. A., & Cornish, E. C. (1995). Genetics and biochemistry of anthocyanin biosynthesis. *The Plant Cell*, 7(7), 1071.
48. Hoch, W. A., Zeldin, E. L., & McCown, B. H. (2001). Physiological significance of anthocyanins during autumnal leaf senescence. *Tree physiology*, 21(1), 1-8.
49. Ireneusz Ochmian, Ryszard Malinowski, Marcin Kubus, Katarzyna Malinowska, Marcel Racek, Zofia Sotek. (2019). The feasibility of growing highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) on loamy calcic soil with the use of organic substrates. *Scientia Horticulturae*, 257, 108690.
50. Jensen, R. A. (1986). The shikimate/arogenate pathway: link between carbohydrate metabolism and secondary metabolism. *Physiologia Plantarum*, 66(1), 164-168.

51. Jie Kang, Keshari M. Thakali, Gitte S. Jensen & Xianli Wu. (2015). Phenolic acids of the two major blueberry species in the US Market and their antioxidant and anti-inflammatory activities. *Plant Foods for Human Nutrition*, 70(1), 56-62.
52. Jin Gook KIM, Hong Lim KIM, Su Jin KIM, Kyo-Sun Park. (2013). Fruit quality, anthocyanin and total phenolic contents, and antioxidant activities of 45 blueberry cultivars grown in Suwon, Korea. *Journal of Zhejiang University Science B*, 14(9), 793-799.
53. Kader F, Rovel B, Girardin M, Metche M. Mechanism of browning in fresh highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L). Role of blueberry polyphenol oxidase, chlorogenic acid and anthocyanins. *J Sci Food Agric* 1997.74(1):31-4;
54. Kader F, Haluk JP, Nicolas JP, Metche M. (1998). Degradation of cyanidin 3-glucoside by blueberry polyphenol oxidase: kinetic studies and mechanisms. *J AgricFood Chem*. 46(8):3060-5.
55. Khoddami, A., Wilkes, M. A., & Roberts, T. H. (2013). Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*, 18(2), 2328-2375.
56. Kalt, W., & McDonald, J. E. (1996). Chemical composition of lowbush blueberry cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(1), 142-146.
57. Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A., & Prior, R. L. (1999). Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(11), 4638-4644.
58. Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of food science*, 70(1), R11-R19.
59. Lara Gibson, H. P. Vasantha Rupasinghe, Charles F. Forney and Leonard Eaton (2013). Characterization of changes in polyphenols, antioxidant capacity and physico-chemical parameters during lowbush blueberry fruit ripening. *Antioxidants*, 2(4), 216-229.
60. Lee, J., & Wrolstad, R. E. (2004). Extraction of anthocyanins and polyphenolics from blueberry processing waste. *Journal of food science*, 69(7), 564-573.

61. Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., & Collaborators: Eisele T Giusti MM Hach J Hofsommer H Koswig S Krueger DA Kupina; S Martin SK Martinsen BK Miller TC Paquette F Ryabkova A Skrede G Trenn U Wightman JD. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 88(5), 1269-1278.
62. Limberaki, E., Eleftheriou, P., Vagdatli, E., Kostoglou, V., & Petrou, C. (2012). Serum antioxidant status among young, middle-aged and elderly people before and after antioxidant rich diet. *Hippokratia*, 16(2), 118.
63. Linards Klavins, Inessa Maaga, Maris Bertins, Anne Linn Hykkerud, Katja Karppinen, Ceslovas Bobinas, Heikki M. Salo, Nga Nguyen, Henriikka Salminen, Karina Stankevica and Maris Klavins (2021). Trace element concentration and stable isotope ratio analysis in blueberries and bilberries: A tool for quality and authenticity control. *Foods*, 10(3), 567.
64. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), 118.
65. Lohachoompol, V., Srzednicki, G., & Craske, J. (2004). The change of total anthocyanins in blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2004(5), 248.
66. Luby, J. J., Ballington, J. R., Draper, A. D., Pliszka, K., & Austin, M. E. (1991). Blueberries and cranberries (*Vaccinium*). *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops* 290, 393-458.
67. Lyrene, P. M., Vorsa, N., & Ballington, J. R. (2003). Polyploidy and sexual polyploidization in the genus *Vaccinium*. *Euphytica*, 133(1), 27-36.
68. Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747.

69. Marinova G. and V. Batchvarov. (2011). Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. Institute of Cryobiology and Food Technologies, BG – 1407 Sofia, Bulgaria.
70. Mazza, G., & Brouillard, R. (1990). The mechanism of co-pigmentation of anthocyanins in aqueous solutions. *Phytochemistry*, 29(4), 1097-1102.
71. Mazza, G., & Miniati, E. (2018). *Anthocyanins in fruits, vegetables, and grains*. CRC press.
72. Mazza, G., Kay, C. D., Cottrell, T., & Holub, B. J. (2002). Absorption of anthocyanins from blueberries and serum antioxidant status in human subjects. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(26), 7731-7737.
73. McGhie, T. K., & Walton, M. C. (2007). The bioavailability and absorption of anthocyanins: towards a better understanding. *Molecular nutrition & food research*, 51(6), 702-713.
74. Mishra, D. K., Dolan, K. D., & Yang, L. (2008). Confidence intervals for modeling anthocyanin retention in grape pomace during nonisothermal heating. *Journal of Food Science*, 73(1), E9-E15.
75. M.Khakhutaishvili; I.Djaparidze; M. Vanidze. (2015). „Anthocyanins and antioxidant activity of blueberry wild and cultivars grown in Ajara“ K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology Russian academy of Sciences IX International Symposium Phenolic compounds: Fundamental and Applied Aspects. Moscow, Russia. 159-162.
76. M.Khakhutaishvili; I.Djaparidze; M.Vanidze; A.Kalandia. (2017). „Variation of Biologically Active Compounds and Antioxidancy in the process of Blueberry Storage“ 19th International Conference on Chemistry ICC 2017: Dubai, UAE. 2349-2354.
77. M.Khakhutaishvili; I.Djaparidze; M.Vanidze; A.Kalandia. (2019). „Chemical Study of various Blueberry varieties introduced in Georgia“ *International Journal of Life Sciences*. 103-108.

78. Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B., & Wrolstad, R. E. (2002). Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(3), 519-525.
79. M. Vizzotto, M. da Rosa Fetter and D. Dutra Corbelini. (2013). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Blueberry (*Vaccinium ashei* Reade). *Acta Horticulturae*-972(972):111-115.
80. National Health and Medical Research Council (NHMRC). Nutrient relevance values for Australia and New Zealand: Including recommended dietary intakes. Available online: https://www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/publications/attachments/n35.pdf (accessed on 10 June 2015).
81. Nozzolillo, C., Isabelle, P., & Das, G. (1990). Seasonal changes in the phenolic constituents of jack pine seedlings (*Pinus banksiana*) in relation to the purpling phenomenon. *Canadian Journal of Botany*, 68(9), 2010-2017.
82. Okawa, M., Kinjo, J., Nohara, T., & ONO, M. (2001). DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity of flavonoids obtained from some medicinal plants. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 24(10), 1202-1205.
83. Oliveira, C., Amaro, L. F., Pinho, O., & Ferreira, I. M. (2010). Cooked blueberries: anthocyanin and anthocyanidin degradation and their radical-scavenging activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(16), 9006-9012.
84. Prior, R. L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., ... & Mainland, C. M. (1998). Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(7), 2686-2693.
85. Priscilla Magro RequeI; Rosana Stroschoen SteffensI; Alexandre Martins Da SilvaI; André JablonskiII; Simone Hickmann FlôresI; Alessandro de Oliveira RiosI, Erna Vogt De JongI. (2014). Characterization of blueberry fruits (*Vaccinium* spp.) and derived products *Food Sci. Technol (Campinas)* Vol. 34, no. 4 p. 773-779.

86. Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Meier, C., Kähkönen, M., Heinonen, M., Hopia, A., & Oksman-Caldentey, K. M. (2001). Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *Journal of applied microbiology*, 90(4), 494-507.
87. Queiroz, F., Oliveira, C., Pinho, O., & Ferreira, I. M. (2009). Degradation of anthocyanins and anthocyanidins in blueberry jams/stuffed fish. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(22), 10712-10717.
88. Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición hospitalaria*, 27(1), 76-89.
89. Ramassamy, C. (2006). Emerging role of polyphenolic compounds in the treatment of neurodegenerative diseases: a review of their intracellular targets. *European journal of pharmacology*, 545(1), 51-64.
90. Reis Giada, M.L. (2013). Food phenolic compounds: main classes, sources and their antioxidant power. *Oxidative stress and chronic degenerative diseases-A role for antioxidants*, 2013, 87-112.
91. Riihinen, K., Jaakola, L., Kärenlampi, S., & Hohtola, A. (2008). Organ-specific distribution of phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and 'northblue'blueberry (*Vaccinium corymbosum* x *V. angustifolium*). *Food chemistry*, 110(1), 156-160.
92. RoBeRtA o. SAntoS, Simone C. tRindAde, LuAnA H. mAuReR, AndRieLy m. BeRSCH, CLAudIA K. SAutteR and neidi G. PennA. (2016). Physicochemical, antioxidant and sensory quality of brazilian blueberry wine. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 88, 1557-1568.
93. Rolf Nestby, David Percival, Inger Martinussen, Nina Opstad, Jens Rohloff. (2011). The European blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and the potential for cultivation. *European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 5, 5-16.
94. Routray, W., & Orsat, V. (2011). Blueberries and their anthocyanins: factors affecting biosynthesis and properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(6), 303-320.

95. R. P. Hutabarat, Y. D. Xiao, H. Wu, J. Wang, D. J. Li , and W. Y. Huang. (2019). Identification of Anthocyanins and Optimization of Their Extraction from Rabbiteye Blueberry Fruits in Nanjing Journal of Food Quality 2019(3):1-10.
96. Scalbert, A., & Williamson, G. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *The Journal of nutrition*, 130(8), 2073S-2085S.
97. Scalzo, J., Battino, M., Costantini, E., & Mezzetti, B. (2005). Breeding and biotechnology for improving berry nutritional quality. *Biofactors*, 23(4), 213-220.
98. Scibisz, I.; Mitek, M. (2007). Influence of freezing process and frozen storage on anthocyanin contents of highbush blueberries. *Food Sci. Technol. Qual.* 5, 231–238.
99. Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects–A review. *Journal of functional foods*, 18, 820-897.
100. Singh, M., Arseneault, M., Sanderson, T., Murthy, V., & Ramassamy, C. (2008). Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer’s disease: bioavailability, metabolism, and cellular and molecular mechanisms. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(13), 4855-4873.
101. Skrede, G., Wrolstad, R. E., & Durst, R. W. (2000). Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of food science*, 65(2), 357-364.
102. Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International journal of molecular sciences*, 16(10), 24673-24706.
103. Stafford, H. A. (1990). *Flavonoid metabolism*. Boca Raton, Fla: CRC Press.
104. Stalikas, C. D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of separation science*, 30(18), 3268-3295.
105. Statistics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production. Available online: <http://faostat3.fao.org/home/E> (accessed on 15 May 2015).

106. Stevenson, D. E., & Hurst, R. D. (2007). Polyphenolic phytochemicals—just antioxidants or much more?. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 64(22), 2900-2916.
107. Szajdek, A., & Borowska, E. J. (2008). Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. *Plant foods for human nutrition*, 63(4), 147-156.
108. Taruscio, T. G., Barney, D. L., & Exon, J. (2004). Content and profile of flavanoid and phenolic acid compounds in conjunction with the antioxidant capacity for a variety of northwest *Vaccinium* berries. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(10), 3169-3176.
109. Thaís Caroline Buttow RIGOLON; , Frederico Augusto Ribeiro de BARROS; Paulo César STRINGHETA. (2020) Prediction of total phenolics, anthocyanins and antioxidant capacity of blackberry (*Rubus* sp.), blueberry (*Vaccinium* sp.) and jaboricaba (*Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel) skin using colorimetric parameters *Food Sci. Technol*, Campinas, 40(Suppl. 2): 620-625.
110. Trehane, J. (2004). *Blueberries, cranberries, and other vacciniums*. Timber Press.
111. Vuolo, M. M., Lima, V. S., & Junior, M. R. M. (2019). Phenolic compounds: Structure, classification, and antioxidant power. In *Bioactive compounds* (pp. 33-50). Woodhead Publishing.
112. Wang, H., Cao, G., & Prior, R. L. (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 44(3), 701-705.
113. Westwood, M. N., & Westwood, M. N. (1993). *Temperate-Zone Pomology: Physiology and Culture*. Timber Press.
114. Willy Kalt and Jane E. McDonald. (1996). Chemical composition of lowbush blueberry cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(1), 142-146.
115. Winny Routray Valerie Orsat. (2011). Blueberries and their anthocyanins: factors affecting biosynthesis and properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(6), 303-320.
116. Wrolstad, R. E. (2004). Anthocyanin pigments—Bioactivity and coloring properties. *Journal of Food Science*, 69(5), C419-C425.

117. Yifei Wang, Stephanie K. Fong, Ajay P. Singh, Nicholi Vorsa. (2019). Variation of anthocyanins, proanthocyanidins, flavonols, and organic acids in cultivated and wild diploid blueberry species. *HortScience*, 54(3), 576-585.
118. Zadernowski, R., Naczek, M., & Nesterowicz, J. (2005). Phenolic acid profiles in some small berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 2118-2124.
119. Zafra-Stone, S., Yasmin, T., Bagchi, M., Chatterjee, A., Vinson, J. A., & Bagchi, D. (2007). Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. *Molecular nutrition & food research*, 51(6), 675-683.
120. ZHANG, J., NIE, J. Y., Jing, L. I., ZHANG, H., Ye, L. I., FAROOQ, S., ... & Jie, W. A. N. G. (2020). Evaluation of sugar and organic acid composition and their levels in highbush blueberries from two regions of China. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(9), 2352-2361.
121. Zorița Diaconeasa, Loredana Leopold, Dumitrița Rugină, Huseyin Ayvaz, Carmen Socaciu. (2015). Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin rich extracts from blueberry and blackcurrant juice. *International journal of molecular sciences*, 16(2), 2352-2365.
122. https://yagodka.by/our_products/golubika/