

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

ანოტაცია

ბათუმი - 2022

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის ქიმიის დეპარტამენტში.

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).

**სამეცნიერო ხელმძღვანელი:**

**მაია ვანიძე**  
ასოცირებული პროფესორი,  
ბიოლოგიის დოქტორი  
ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

**შემფასებლები:**

**ინგა ბოჭოიძე**  
პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიური  
დოქტორი, ქიმიური და გარემოსდაცვითი  
ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ხელმძღვანელი,  
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი;

**ნანა ბარბაქაძე**  
ქიმიის აკადემიური დოქტორი,  
თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის  
იოველ ქუთათელაძის ფარმაცოქიმიის  
ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელი;

**ქეთევან დოლიძე**  
პროფესორი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა  
აკადემიური დოქტორი, ბათუმის შოთა  
რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი.

სადისერტაციო ნაშრომის დაცვა შედგება 2022 წლის ..... ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე. მისამართი: ბათუმი ნინოშვილის ქ. № 35 აუდიტორია .....

სადისერტაციო ნაშრომის გაცნობა შესაძლებელია ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში, ასევე უნივერსიტეტის ვებ გვერდზე [www.bsu.edu.ge](http://www.bsu.edu.ge).

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის  
სადისერტაციო საბჭოს მდივანი:

**ნანა ზარნაძე**

## შესავალი

**თემის აქტუალობა.** უკანასკნელ წლებში სოფლის მეურნეობა დაინტერესებულია ისეთი კულტურებით, რომელშიც 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 გავრცელებული იქნა რამდენიმე 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 რამდენიმე 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 ნაკვეთების მფლობელია აჭარელ ფერმერთა 90%) 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 მჟავე ნიადაგსა და კლიმატურ პირობებს კარგად ეგუება, ეს ნიადაგები უმეტესად აუთვისებელია ჩაის ამორტიზირებული პლანტაციების შემდეგ. სხვადასხვა დაინტერესებული კომპანიის მიერ დასავლეთ საქართველოში შემოტანილი და გაშენებული იქნა 17 ჯიშის მოცვი. ყველა ჯიში სხვადასხვა დროს იძლევა ნაყოფს და მოსავალი მაისის ბოლოდან 15 აგვისტომდე იკრიფება. ლურჯი მოცვი ბუჩქოვანი, კენკროვანი კულტურაა, რომელიც ლურჯი ფერის მრგვალ ნაყოფს ისხამს. ყინვაგამძლეა, უძლებს  $-20^{\circ}\text{C}$  ყინვასაც. ვერ იტანს გვალვას. აუცილებელია მისი მორწყვა. ის დაავადებების მიმართ მაღალი მდგრადობით გამოირჩევა. შეიცავს C ვიტამინს და მთრიმლავ ნივთიერებებს. აქვს ანტიოქსიდური თვისებები. ფართოდ გამოიყენება კულინარიაში 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 ცვლილებაც. 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. შემოტანილი 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-პროფილაქტიკურ, სასარგებლო თვისებებს არის 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 ანტიოქსიოდანტური აქტიურობის დადგენა; ლურჯი მოცვის ნედლი ნაყოფის პექტინური ნივთიერებების კვლევა; მოცვის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება შენახვისა და გადამუშავების დროს.

**მეცნიერული სიახლე.** HPLC-UV, Vis, RI, Conductivity და UPLC-PDA-MS მეთოდებით დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის 17 ჯიშიდან და ადგილობრივი კავკასიური 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 დადგენილია მათი ქიმიური მახასიათებლები და ანტიოქსიოდანტური 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 ინტროდუცირებულ ჯიშებში ნაერთთა განსხვავებული რაოდენობრივი მაჩვენებლები, რაც გამოწვეულია გარემო, აგრო-ეკოლოგიური და გეოგრაფიული პირობების გავლენით. მიღებული შედეგების დამუშავებითა და შეჯერებით შესაძლებელი გახდება რეგიონისათვის მისადაგებული მეცნიერულად გამართლებული 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 ბიოაქტიურობა და დამატებითი შემოსავლის წყარო იქნება ადგილობრივი, ძირითადად მაღალმთიანი და მცირემიწიანი რეგიონის მცხოვრებლებისათვის. ჯიშების შერჩევისას 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 რეგიონში ინტროდუცირებულ მცენარეთა 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

მომგებიანი და მას მცირემიწიანი ფერმერებისთვის სერიოზული ეკონომიკური ეფექტის მოტანაც შეუძლია.

**კვლევის ობიექტი, მასალა და მეთოდთა:** 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.

**კვლევისათვის გამოყენებული იქნა შემდეგი ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები:**

1. ანტოციანების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია მოვახდინეთ მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფისა HPLC-UV, RI და ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფის UPLC-PDA, MS მეთოდით;

2. ფენოლკარბონმჟავების კვლევა მოვახდინეთ ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფის UPLC-PDA, MS მეთოდით;

3. ნახშირწყლებისა და ორგანული მჟავების კვლევა მოვახდინეთ მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფის HPLC-UV, RI მეთოდით;

4. მაკროელემენტების თვისობრივი და რაოდენობრივი განსაზღვრა HPLC—Conductivity მეთოდით;

5. ანტიოქსიდანტური აქტიურობის განსაზღვრა (2,2-დიფენილ-1-პიკრილ ჰიდრაზილის სტაბილური რადიკალის გამოყენებით) DPPH მეთოდით;

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

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

8. ფლავონოიდების რაოდენობრივი განსაზღვრა სპექტრული მეთოდით (AlCl<sub>3</sub>-ის რეაქტივი, რუთინზე გადაანგარიშებით);

9. კატეჩინების რაოდენობრივი განსაზღვრა ვანილინის რეაქტივის საშუალებით, სპექტრული მეთოდით;

10. პექტინის განსაზღვრა კარბაზოლის სპექტრული მეთოდით (AOAC Official Method);

11. მშრალი ნივთიერების განსაზღვრა - რეფრაქტომეტული მეთოდით (AOAC Official Method);

12. აქტიური მჟავიანობის-pH განსაზღვრა (AOAC Official Method);

13. ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრა (AOAC Official Method).

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

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

**ლიტერატურული მიმოხილვა** - ნაშრომის პირველ თავში განხილულია ფენოლოური ნაერთების გავრცელება მცენარეებში, მათი ფიზიოლოგიური აქტიურობა; ანტოციანების ბიოსინთეზი მოცვიში; ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ანტოციანების დაგროვებაზე მცენარის სხვადასხვა ნაწილში. მოცვისებრთა გვარის (*Vaccinium*) ბიოლოგიური დახასიათება. დისერტაციას თან ახლავს გამოყენებული ლიტერატურის სია.

კვლევის შედეგები გადმოცემულია ექსპერიმენტულ ნაწილში.

### თავი 1. ლურჯი მოცვის ნაყოფისა და წვენი 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, წვენი გამოსავლიანობა, 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.

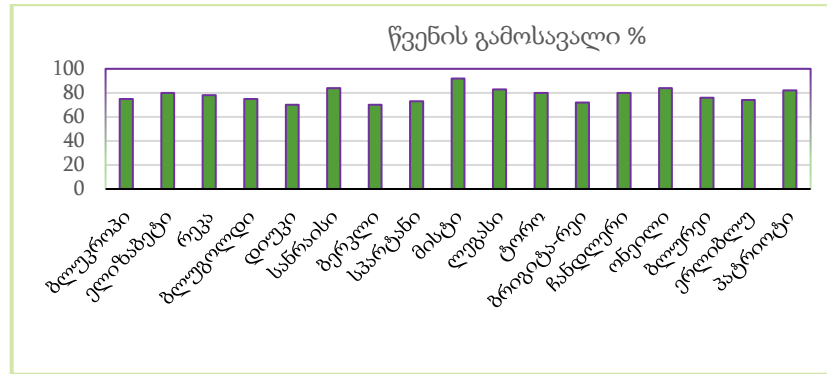
#### ლურჯი მოცვის ნაყოფის ტექნიკური მაჩვენებლები

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			
ბლუკროპი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	14,24±0,21	12,5±0,19	1,35±0,02	1,4±0,01	მოტკბო-მომჟავო
ელიზაბეტი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	15,5±0,23	12,71±0,19	1,87±0,03	1,9±0,02	მოტკბო
რეკა	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	11,4±0,17	12,85±0,19	1,23±0,02	1,2±0,01	მოტკბო
ბლუგოლდი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	14,35±0,22	12,85±0,19	1,37±0,02	1,4±0,01	მომჟავო
დიუკი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	13,5±0,20	11,41±0,17	1,09±0,02	1,13±0,01	მოტკბო
სანრაისი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	15,85±0,24	12,46±0,19	1,29±0,02	1,33±0,01	მოტკბო
ბერკლი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	17,71±0,27	13,44±0,20	2,38±0,04	2,33±0,02	მოტკბო
სპარტან	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	17,64±0,26	13,74±0,21	2,28±0,04	2,27±0,02	მოტკბო
მისტი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	17,5±0,26	13,2±0,20	2,04±0,03	2,0±0,02	მოტკბო
ლეგასი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	13,74±0,21	11,6±0,17	1,55±0,03	1,6±0,02	მოტკბო-მომჟავო
ტორო	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	14,54±0,22	11,8±0,18	1,13±0,02	1,13±0,01	მოტკბო-მომჟავო
ბრიგიტა-რეი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	17,0±0,26	13,6±0,20	1,64±0,03	1,53±0,02	მომჟავო
ჩანდლერი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	15,12±0,23	19,28±0,29	2,42±0,04	2,5±0,03	მოტკბო-მომჟავო
ონეილი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	14,95±0,22	12,22±0,18	1,63±0,03	1,66±0,02	მოტკბო-მომჟავო
ბლურეი	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	16,75±0,25	13,32±0,20	2,05±0,03	2,12±0,02	მომჟავო
ერლიბლუ	მუქი ლურჯი	მომრგვალო-ოვალური	11,05±0,17	13,27±0,20	0,84±0,01	0,86±0,01	მოტკბო
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 მლ-დან - 2,5±0,03 მლ-მდე. 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±0,01გ (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	ონელი	10,0±0,14	10,1±0,20
15	ბლურეი	8,0±0,11	8,1±0,16
16	ერლიბლუსი	11,0±0,15	11,1±0,22
17	პატრიოტი	9,0±0,13	9,12±0,18

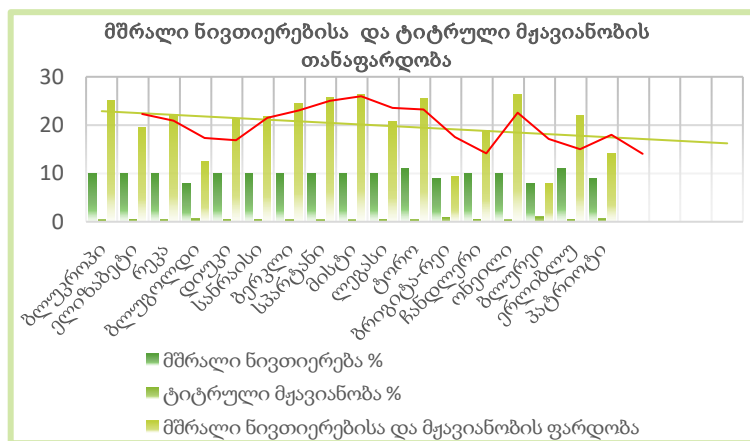
ლურჯი მოცვის წვენში მშრალი ნივთიერების განსაზღვრას ვაწარმოებდით რეფრაქტომეტრის საშუალებით. საანალიზოდ აღებულ ნიმუშებს შორის ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ბლუგოლდსა და ბლურეის ნაყოფში - 8,0±0,11%, ხოლო შედარებით მაღალი 11,0±0,15% ტოროსა და ერლიბლუს ნაყოფში (ცხრილი 2).

ლურჯი მოცვის წვენის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

ცხრილი 3

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

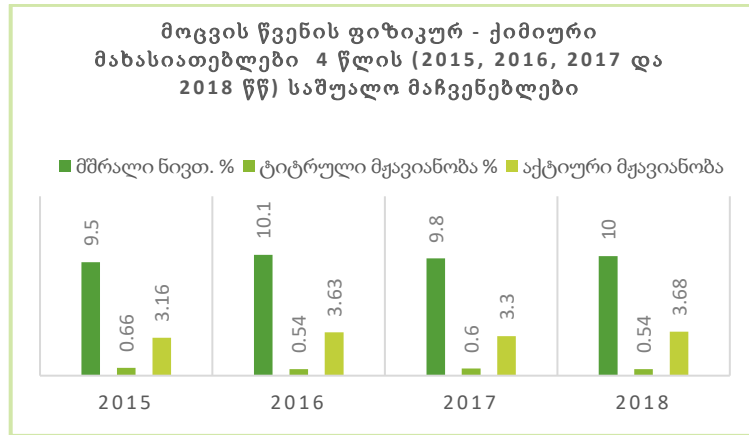
აქტიური მჟავიანობის pH-ის მაჩვენებელი მერყეობდა 3,33±0,07 - 4,22±0,09 დიაპაზონში. ყველაზე დაბალი pH-ით ხასიათდება ჩანდლერი 3,33±0,07, ყველაზე მაღალით კი ონეილი 4,22±0,09, რაც შეეხება ტიტრულ მჟავიანობას, რომელთა გამოთვლას ვახდენდით ლიმონმჟავაზე გადაანგარიშებით (pH 8.1), მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირებული იქნა ბლურეიში - 1,00±0,03%, ხოლო დაბალი ონეილსა და მისტში 0,38±0,01 - 0,38±0,01% (ცხრილი3).



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

მოცვის ნაყოფის წვენში მშრალი ნივთიერებისა და ტიტრული მჟავიანობის შემცველობის ფარდობა (შაქარ-მჟავა ინდექსი-Ratio) არ არის ერთნაირი (კორელაციის მრუდი არ არის სწორხაზოვანი), რაც განპირობებულია ჯიშებს შორის ტიტრული მჟავიანობის 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 წვენი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები.

2015, 2016, 2017 და 2018 წლის მოცვის მოსავალის ნაყოფების წვენი 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%, რაც სავარაუდოდ განპირობებულია გაზაფხული - ზაფხულის ერთნაირი ოპტიმალური ტემპერატურული რეჟიმით (დიაგრამა 3).

**თავი 2. ლურჯი მოცვის ორგანულ ნაერთთა თვისობრივი კვლევა HPLC და UPLC-PDA-MS მეთოდით**

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

შესწავლილი იქნა დასავლეთ საქართველოში ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის ანტოციანები, კერძოდ მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფის (HPLC) და ულტრა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფის მას-სპექტრული დეტექტორით (UPLC-PDA-MS) გამოყოფილი და იდენტიფიცირებული იქნა, როგორც აგლიკონები, ასევე გლიკოზიდები. ქრომატოგრაფიულ დაყოფამდე ვახდენდით ნიმუშის მომზადებას ქრომატოგრაფიებისათვის, რაც გულისხმობს 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 დაყოფისათვის (ნახშირწყლები, ორგანული მჟავები, ფენოლკარბონმჟავები, ანტოციანური კომპლექსი) გამოვიყენეთ მყარფაზოვანი ექსტრაქცია, რაც გულისხმობს

ნიმუშის გატარებას Waters Sep-Pak C18 (500 მგ) კარტიჯზე. ნიმუშის დატანამდე ვახდენდით სვეტის გააქტიურებას მეთანოლით და შემდეგ სორბენტის გაწონასწორებას წყლით.

სორბენტზე ნიმუშის დატანის შემდეგ კარტიჯის 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 ნიმუშს ვფილტრავდით „Waters Acrodisc LC PVDF Filter 13 mm 0,45µm“ ფილტრში.

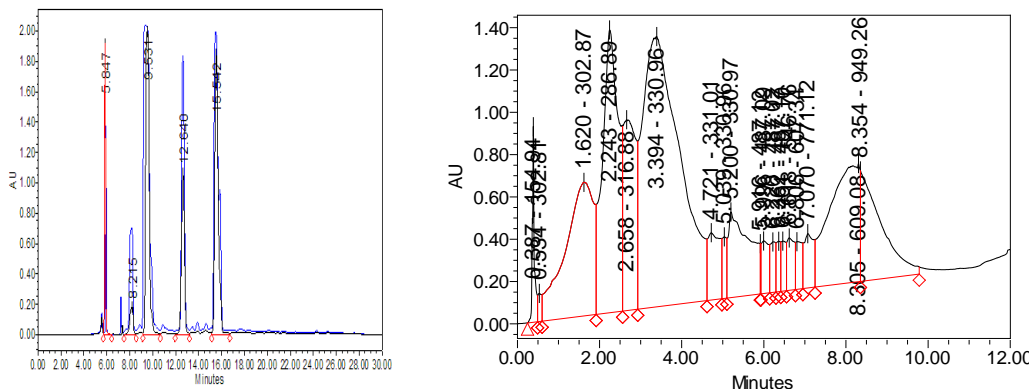
ანტოციანების კვლევა განხორციელდა HPLC-ით, C18 ანალიზურ და პრეპარატულ სვეტზე. ელუენტი A: წყალი/ჰიანჰველმჟავა/აცეტონიტრილი (87:10:3); ელუენტი B: წყალი/ჰიანჰველმჟავა/აცეტონიტრილი (40:10:50); გრადიენტი (0-15 წთ- 6%-დან 30% B, 30 წთ 50% B, 35 წთ 60% B, 41-45 წთ 6 % B). დეტექტირება 518 ნმ. UPLC-MS ანალიზი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

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

ნივთიერებათა იდენტიფიკაციას ვახდენდით სტანდარტული ნაერთების გამოყენებით და ნივთიერებათა მასის <https://metlin.scripps.edu> თავისუფალი ბაზის საშუალებით, ასევე რეცენზირებული ლიტერატურული გამოცემების მონაცემებთან 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, პეონიდინი, მალვიდინი, დელფინიდინი და ციანიდინი (სურათი 1. ცხრილი 4).

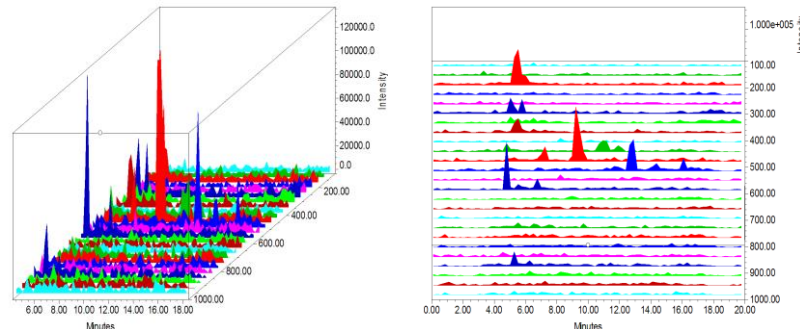


სურათი 1. ლურჯი მოცვის ნაყოფების აგლიკონების ქრომატოგრამა

ლურჯი მოცვის ნაყოფების შემადგენლობაში შემავალი აგლიკონები

ცხრილი 4

№	დასახელება	შეკავების დრო	ფართობი	ფართობის %	რაოდენობა	ერთეული
1	დელფინდინი	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	პეტუნდინი	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

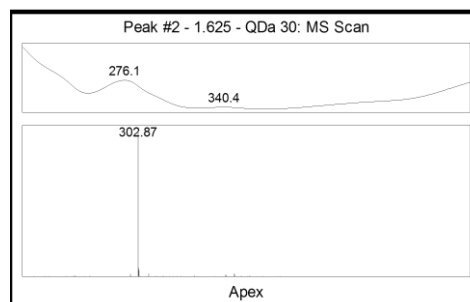


სურათი 2. ლურჯი მოცვის ნაყოფების აგლიკონების UPLC-MS ქრომატოგრამა 3D ფორმატში, scan.

როგორც ქრომატოგრამებიდან და ცხრილიდან ჩანს ლურჯი მოცვის შემადგენლობაში შემავალი აგლიკონებიდან დომინანტ აგლიკონებს წარმოადგენს მალვიდინი და ციანიდინი, ხოლო ყველაზე მცირე შემცველობით გამოირჩევა პეონიდინი (სურათი 1, სურათი 2; ცხრილი 4).

კვლევების მეტი სარწმუნოებისათვის მიღებული აგლიკონების კვლევა ასევე განხორციელდა ქრომატო-მას-სპექტრული დეტექტირების მეთოდით. დადგენილი იქნა 5 აგლიკონის პეტუნდინის ( $m/z317$ ), პეონიდინის ( $m/z301$ ), მალვიდინის ( $m/z331$ ), დელფინდინისა ( $m/z303$ ) და ციანიდინის ( $m/z287$ ) არსებობა.

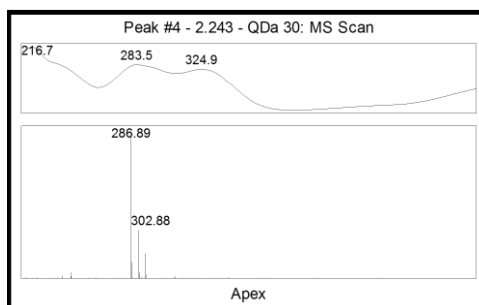
**ნივთიერება 1** - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება  $[M-H]^+$  -  $m/z$  302,87 მოლეკულური მასით; შეკავების დრო 1,625 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276,1 ნმ-ზე ფიქსირდება (სურათი 3), ხოლო ხილულ არეში 518 ნმ-ზე. ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 1 შეესაბამება დელფინდინს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{15}H_{11}O_7$  მოლეკულური მასა 303,30.



სურათი 3. ნივთიერება 1 UPLC-PDA-MS სპექტრი

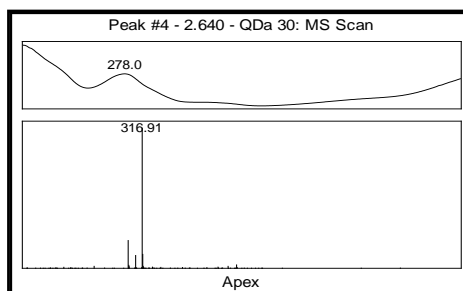
**ნივთიერება 2** - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება  $[M-H]^+$  -  $m/z$  286,89 მოლეკულური მასით; შეკავების დრო 2,243 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 283,5 ნმ-ზე ფიქსირდება (სურათი 4), ხოლო ხილულ არეში 518 ნმ-ზე. ნაერთების მასების METLIN-ის

ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 2 შეესაბამება ციანიდინს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{15}H_{11}O_6$  მოლეკულური მასა 287,24.



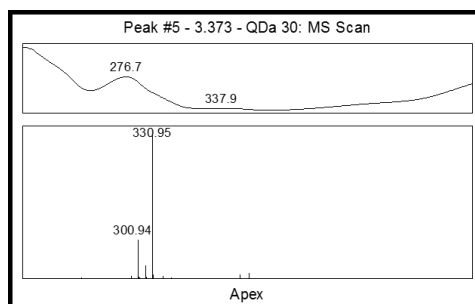
**სურათი 4.** ნივთიერება 2 UPLC-PDA-MS სპექტრი

**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 5), ხოლო ხილულ არეში 518 ნმ-ზე. ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 3 შეესაბამება პეტუნიდინს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{16}H_{13}O_7$  მოლეკულური მასა 317,27.



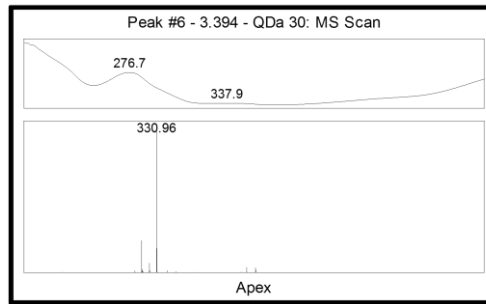
**სურათი 5.** ნივთიერება 3 UPLC-PDA-MS სპექტრი

**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 6), 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.

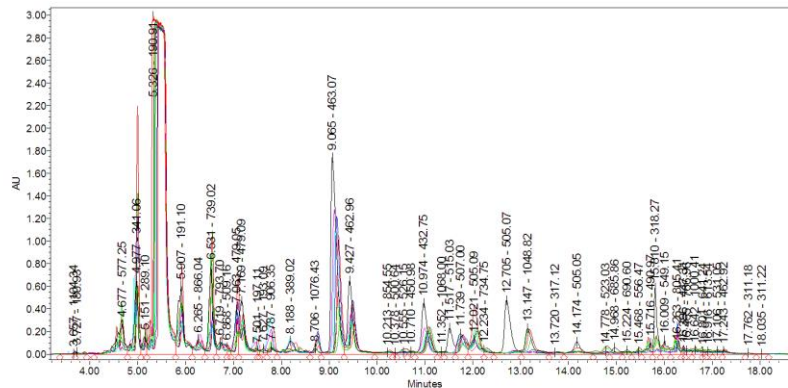


**სურათი 6.** ნივთიერება 4 UPLC-PDA-MS სპექტრი

**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 7), 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.



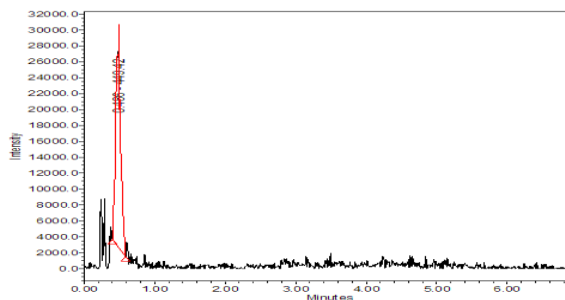
სურათი 7. ნივთიერება 5 UPLC-PDA-MS სპექტრი



სურათი 8. სხვადასხვა ჯიშის ლურჯი მოცვის ნაყოფების ანტოციანების ქრომატოგრამა

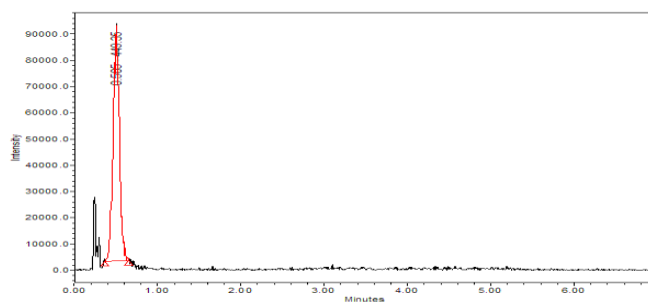
UPLC-PDA-MS მეთოდის გამოყენებით დასავლეთ საქართველოში ინტროდუცირებული ლურჯი მოცვის ნაყოფიდან იდენტიფიცირებულია შემდეგი ანტოციანური გლიკოზიდები (სურათი 8):

**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 9). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 6 შეესაბამება ციანიდინ-3-ო-გალაქტოზიდის, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{21}H_{21}O_{11}$  მოლეკულური მასა 449,4.



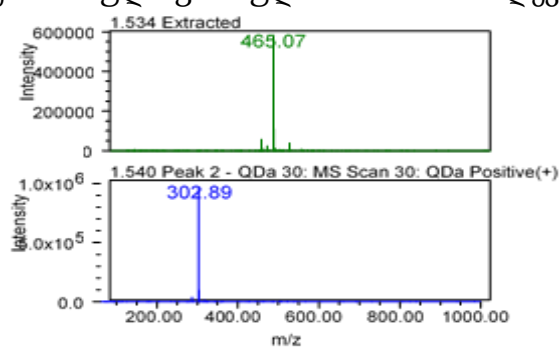
სურათი 9. ნივთიერება 6 ქრომატოგრამა

**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 10). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 7 შეესაბამება ციანიდინ-3-ო-გლუკოზიდის, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{21}H_{21}O_{11}$  მოლეკულური მასა 449,4.



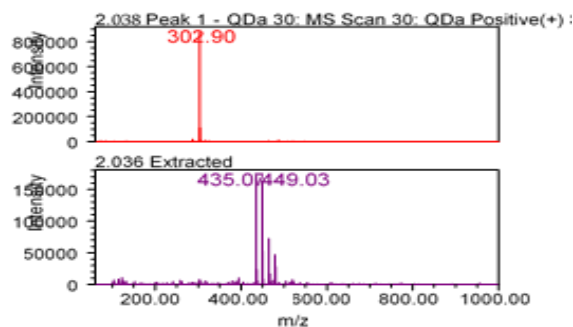
**სურათი 10.** ნივთიერება 7 ქრომატოგრამა

**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 11). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 8 შეესაბამება დელფინიდინ-3-ო-გალაქტოზიდს, რომლის ემპირი-ული ფორმულაა -  $C_{21}H_{21}O_{12}$  მოლეკულური მასა 465,4.



**სურათი 11.** ნივთიერება 8 ქრომატოგრამა

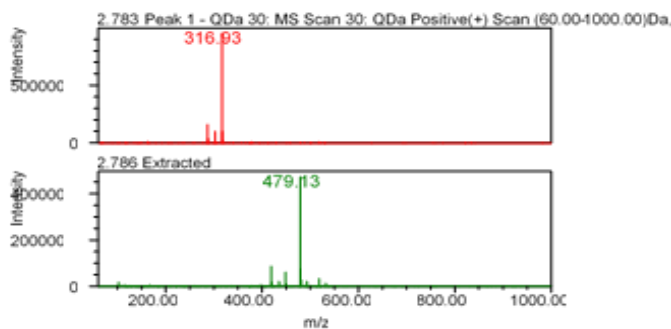
**ნივთიერება 9** - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება  $[M-H]^+$ - $m/z$  435,07 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით  $m/z$  302,90; შეკავების დრო 2,036 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 523 ნმ-ზე (სურათი 12). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 9 შეესაბამება დელფინიდინ-3-ო-არაბინოზიდს, რომლის ემპირი-ული ფორმულაა -  $C_{20}H_{19}O_{11}$  მოლეკულური მასა 435,4.



**სურათი 12.** ნივთიერება 9 ქრომატოგრამა

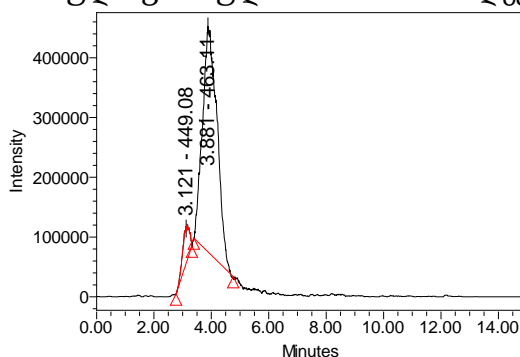
**ნივთიერება 10** - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება  $[M-H]^+$ - $m/z$  479,13 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით  $m/z$  316,93; შეკავების დრო 2,786 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 523 ნმ-ზე (სურათი 13). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 10 შეესაბამება პეტუნინ-3-ო-გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{22}H_{23}O_{12}$  მოლეკულური მასა 479,4.





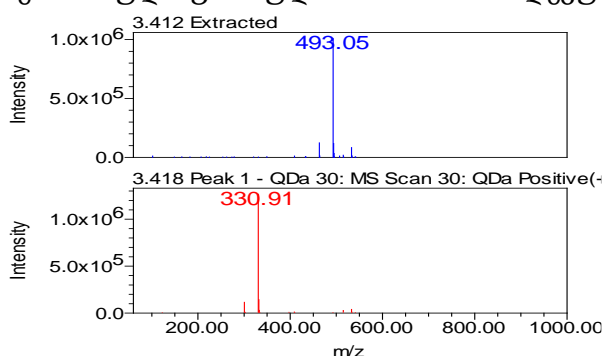
**სურათი 13.** ნივთიერება 10 ქრომატოგრამა

**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 14). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 11 შეესაბამება პეტუნიდინ-3-O-არაბინოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{21}H_{21}O_{11}$  მოლეკულური მასა 449,4.



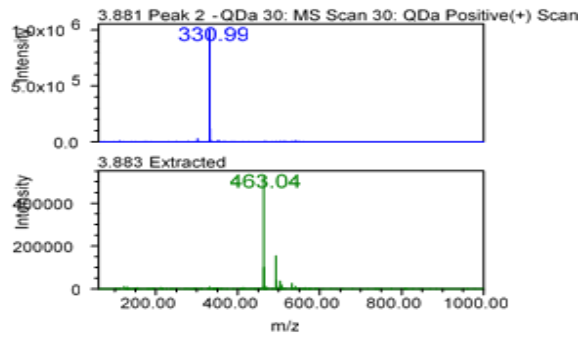
**სურათი 14.** ნივთიერება 11 ქრომატოგრამა

**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 15). 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.



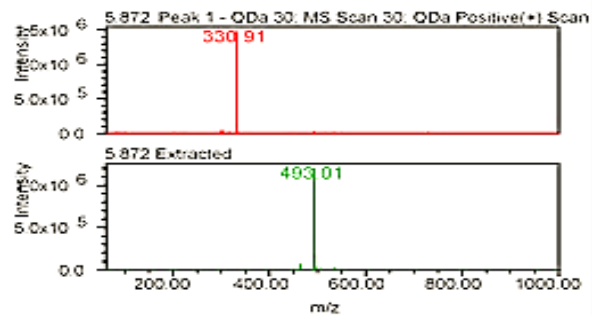
**სურათი 15.** ნივთიერება 12 ქრომატოგრამა

**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 16). 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.



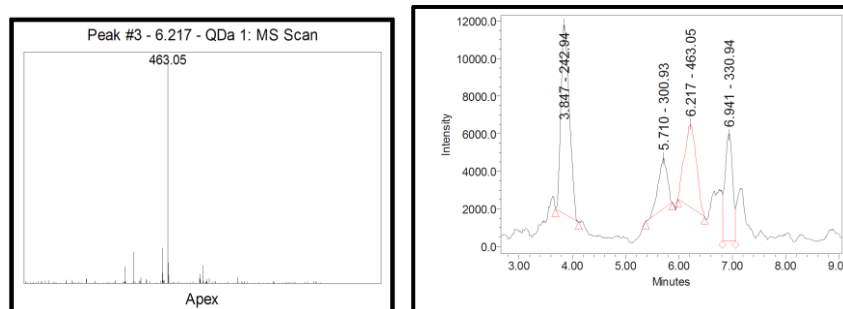
**სურათი 16.** ნივთიერება 13 ქრომატოგრამა

**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 17). 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 17.** ნივთიერება 14 ქრომატოგრამა

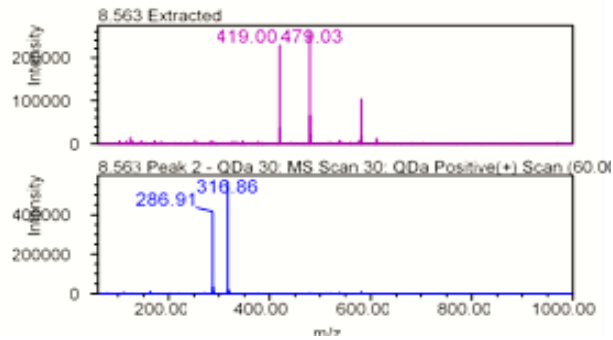
**ნივთიერება 15** - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება  $[M-H]^+$ -m/z 463,05 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 300,93; შეკავების დრო 6,217 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 279 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 520 ნმ-ზე (სურათი 18). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 15 შეესაბამება პეონიდინ-3-O-გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{22}H_{23}O_{11}$  მოლეკულური მასა 463,41.



**სურათი 18.** ნივთიერება 15 ქრომატოგრამა

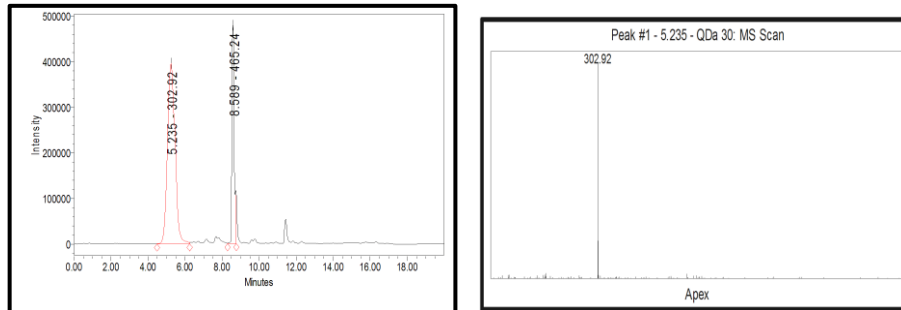
**ნივთიერება 16** - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება  $[M-H]^+$ -m/z 419,00 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით m/z 286,91; შეკავების დრო 8,563 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 280 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 517 ნმ-ზე (სურათი 19). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 16 შეესაბამება ციანიდინ-3-O-არაბინოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{20}H_{19}O_{10}$  მოლეკულური მასა 419,4.





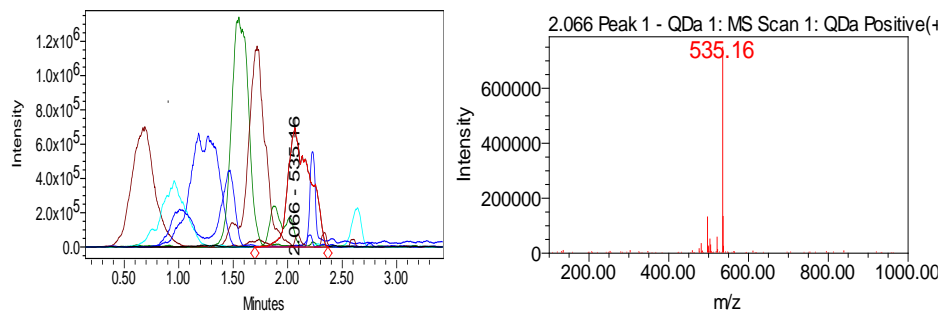
**სურათი 19.** ნივთიერება 16 ქრომატოგრამა

**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 20). 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.



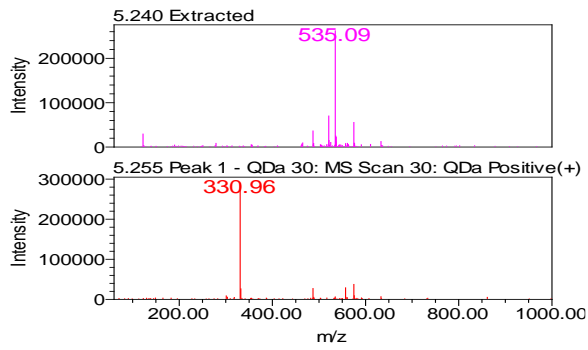
**სურათი 20.** ნივთიერება 17 ქრომატოგრამა

**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 21). 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.



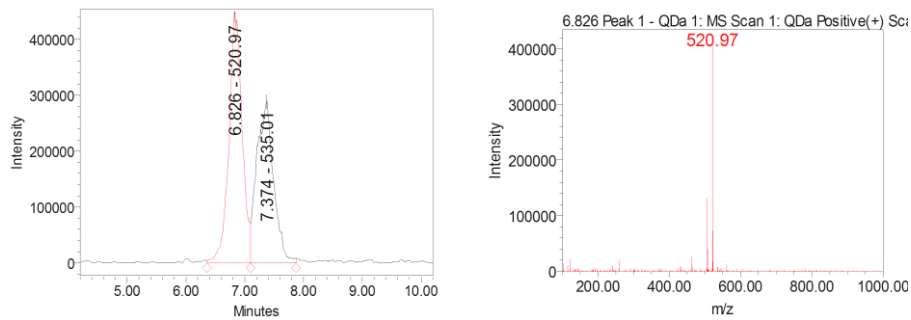
**სურათი 21.** ნივთიერება 18 ქრომატოგრამა

**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 22). 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.



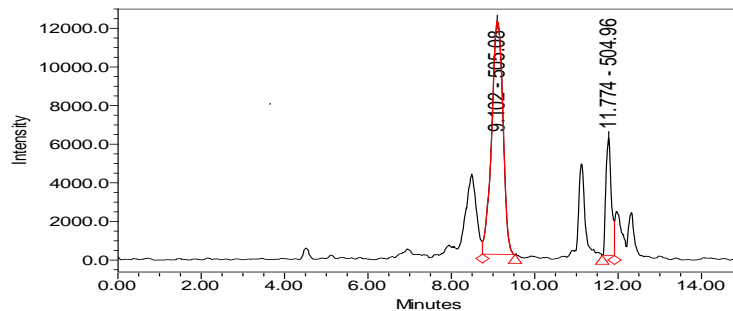
**სურათი 22.** ნივთიერება 19 ქრომატოგრამა

**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 23). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 20 შეესაბამება პეტუნინდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{24}H_{25}O_{13}$  მოლეკულური მასა 521,4.



**სურათი 23.** 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 24). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 21 შეესაბამება პეონინდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გალაქტოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{24}H_{25}O_{12}$  მოლეკულური მასა 505,45.



**სურათი 24.** 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 24). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 22 შეესაბამება პეონინდინ-3-O-(6''-აცეტილ)გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{24}H_{25}O_{12}$  მოლეკულური მასა 505,4.

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

ცხრილი 5

№	ანტოციანური გლიკოზიდები	ლურჯი მოცვის ანტოციანები, მგ/100გ			
		ელიზაბეტი	რეკა	ბლუგოლდი	ბრიგიტა-რეი
1	ციანიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი	10,34±0,21	6,08±0,12	13,93±0,28	8,34±0,17
2	ციანიდინ-3-ო-გლუკოზიდი	11,65±0,23	10,74±0,21	4,10±0,08	28,35±0,7
3	დელფინიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი	137,1±2,74	125,04±2,5	153,03±3,06	279,91±5,60
4	დელფინიდინ-3-ო-არაბინოზიდი	14,56±0,29	12,18±0,24	10,20±0,20	27,08±0,54
5	პეტუნინდინ-3-ო-გალაქტოზიდი	13,12±0,26	14,61±0,29	4,87±0,10	11,16±0,22
6	პეტუნინდინ-3-ო-არაბინოზიდი	7,68±0,15	4,91±0,10	5,29±0,11	17,48±0,35
7	მალვიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი	11,74±0,23	7,46±0,15	8,19±0,16	8,57±0,17
8	მალვიდინ-3-ო-არაბინოზიდი	6,72±0,13	4,64±0,09	5,89±0,12	25,70±0,51
9	მალვიდინ-3-ო-გლუკოზიდი	38,40±0,77	9,72±0,19	15,43±0,31	9,14±0,18
10	პეონიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი	15,55±0,31	9,05±0,18	6,34±0,13	14,72±0,29
11	ცინიდინ-3-ო-არაბინოზიდი	6,82±0,14	8,21±0,16	11,06±0,22	11,04±0,22
12	დელფინიდინ-3-ო-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	პეტუნინდინ-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±0,13	7,53±0,15
ჯამი		330,5±6,61	249,5±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-ო-გალაქტოზიდი	3,28±0,07	3,57±0,07	7,48±0,15	15,23±0,30
2	ციანიდინ-3-ო-გლუკოზიდი	3,61±0,07	13,73±0,27	15,58±0,31	9,89±0,20
3	დელფინიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი	73,77±1,48	93,97±1,88	122,25±2,45	165,00±3,30
4	დელფინიდინ-3-ო-არაბინოზიდი	12,65±0,25	6,67±0,13	4,33±0,09	7,08±0,14
5	პეტუნინდინ-3-ო-გალაქტოზიდი	7,87±0,16	3,55±0,07	9,60±0,19	7,15±0,14
6	პეტუნინდინ-3-ო-არაბინოზიდი	2,80±0,06	6,25±0,12	14,40±0,29	11,87±0,24
7	მალვიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი	7,57±0,15	6,69±0,13	4,50±0,09	17,07±0,34
8	მალვიდინ-3-ო-არაბინოზიდი	3,22±0,06	6,19±0,12	4,75±0,10	9,23±0,18
9	მალვიდინ-3-ო-გლუკოზიდი	4,93±0,10	3,28±0,07	7,08±0,14	6,21±0,12
10	პეონიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი	6,13±0,12	4,54±0,09	6,95±0,14	9,79±0,20
11	ცინიდინ-3-ო-არაბინოზიდი	6,81±0,14	23,35±0,47	11,70±0,23	7,84±0,16
12	დელფინიდინ-3-ო-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	პეტუნინდინ-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		159,3±3,19	210,7±4,21	247,93±4,96	351,16±7,02

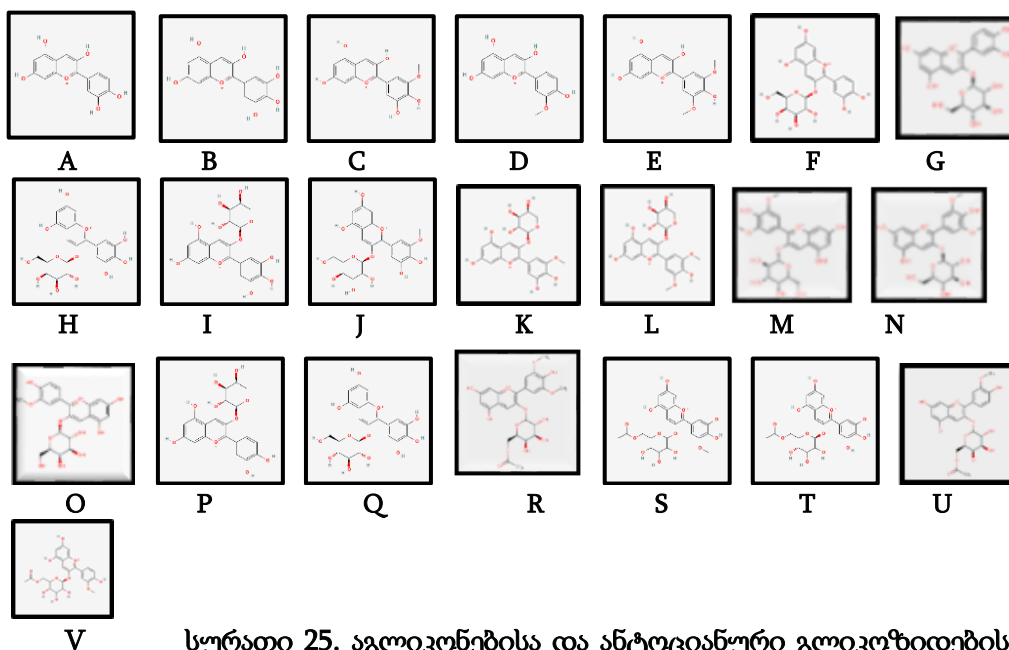
UPLC-PDA-MS მეთოდის გამოყენებით იდენტიფიცირებული იქნა 17 ანტოციანური გლიკოზიდი: ციანიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი; ციანიდინ-3-ო-გლუკოზიდი; დელფინიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი; დელფინიდინ-3-ო-არაბინოზიდი; პეტუნინდინ-3-ო-გალაქტოზიდი; პეტუნინდინ-3-ო-არაბინოზიდი; მალვიდინ-3-ო-გალაქტოზიდი; მალვიდინ-3-ო-არაბინოზიდი; მალვიდინ-3-ო-გლუკოზიდი;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

მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი; პეტუნინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი; პეონინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი; პეონინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი (სურათი 25; ცხრილი 7 და 8).

თვისობრივი შემცველობის მიხედვით ლურჯი მოცვის ნაყოფის ანტოციანების შემცველობა იდენტურია. მათ შორის სხვაობა დაფიქსირდა რაოდენობრივი შემცველობის მიხედვით (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.



**სურათი 25. აგლიკონებისა და ანტოციანური გლიკოზიდების ფორმულები: A - დელფინიდინი; B-ციანიდინი; C-პეტუნინი; D-პეონინი; E-მალვიდინი; F-ციანიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; G-ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი; H-დეფინიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; I-დეფინიდინ-3-O-არაბინოზიდი; J-პეტუნინ-3-O-გალაქტოზიდი; K-პეტუნინ-3-O-არაბინოზიდი; L-მალვიდინ-3-O-გალაქტოზიდი; M-მალვიდინ-3-O-არაბინოზიდი; N-მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდი; O-პეონინ-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-პეტუნინ-3-O-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი; U-პეონინ-3-O-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი; V-პეონინ-3-O-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი.**

**იდენტიფიცირებული ნაერთების აგლიკონების მონაცემები**

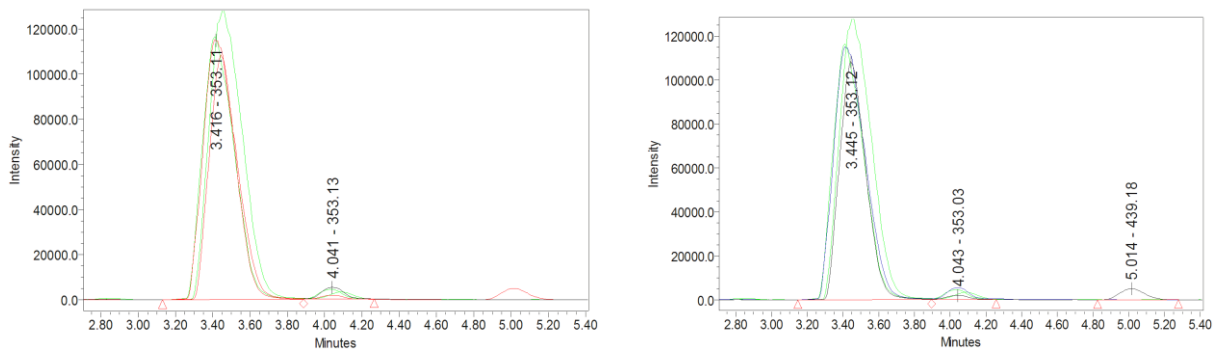
ცხრილი 7

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

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

## 2.2. 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). ფენოლკარბონმჟავების კვლევას ვახდენდით ეთილაცეტატთან ფრაქციაში. მიღებული ელუანტის დაკონცენტრირების შემდეგ ნიმუშს ვფილტრავდით „Waters Acrodisc LC PVDF Filter 13 mm 0,45µm“ ფილტრში. მობილურ ფაზებად გამოიყენებოდა 0,1% ჭიანჭველმჟავა : წყალი (ელუანტი A) და 0,1% ჭიანჭველმჟავა : აცეტონიტრილი (ელუენტი B). გრადიენტი 0.20 მლ/წთ იყო 10% B (0-2 წთ), 10-60% B (2-14 წთ), 60% B (14-16 წთ), რის შემდეგაც ვაბრუნებდით საწყის მდგომარეობაში და 4 წუთი ხდებოდა გამხსნელთა წონასწორობის დამყარება. 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 26. 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±0,007-დან - 0,57±0,012 მგ/გ ერთეულამდე. ყველაზე მაღალი შემცველობა დაფიქსირდა ჩანდლერში 0,57±0,012 მგ/ლ, ხოლო ყველაზე დაბალი კი ლეგასში 0,33±0,007 მგ/ლ (სურათი 26, ცხრილი 9).

**2.3. 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. კერძოდ, ისინი გავლენას ახდენენ გემოს, ფერის, სუნის, pH, საერთო მჟავიანობისა და მიკრობიოლოგიური მდგრადობის ჩამოყალიბებაზე, ასევე მონაწილეობენ ნაყოფის დამწიფებისას მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებში.

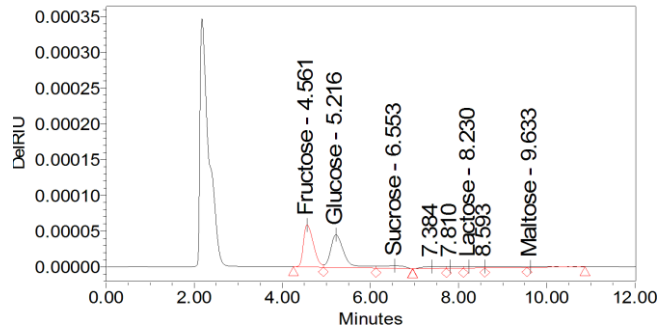
მცენარის სამშობლოში, ჩრდილოეთ ამერიკაში, კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ მოცვის ნაყოფში ნახშირწყლებისა და ორგანული მჟავების შემცველობის მიხედვით, არსებობს რაოდენობრივი და თვისობრივი ვარიაციები, რაც დამოკიდებულია ჯიშზე, გენოტიპზე, დამწიფების პროცესზე და სხვა ფაქტორებზე. ჩვენს სინამდვილეში მსგავსი კვლევები არ არსებობდა.

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 ელუანტის დაკონცენტრირების შემდეგ ნიმუში გავფილტრეთ „Waters

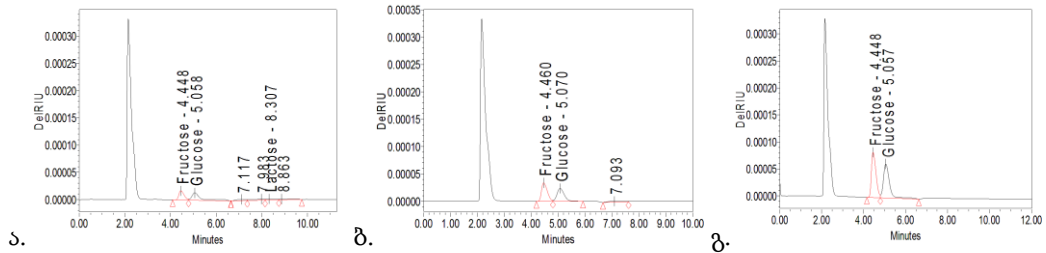
Acrodisc LC PVDF Filter 13 mm 0,45µm“ ფილტრში. კვლევასათვის გამოყენებული იქნა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფირება (HPLC)- Waters (RI დეტექტორი, Binary HPLC Pump 1525), ქრომატოგრაფიული სვეტი amide (250 მმ 4,5 მმ) და Carbohydrate, სვეტის ტემპერატურა 40°C ელუენტი 80 %-იანი აცეტონიტრილი (Merck; Sigma-Aldrich), დეტექტირება RI. ასევე UPLC-PDA-MS მეთოდი.

გლუკოზა და ფრუქტოზა წარმოადგენდა დომინანტ შაქარს, ხოლო სხვა შაქრები - საქაროზა, ლაქტოზა, მალტოზა ნაპოვნია კვალის სახით (სურათი 27 და 28).



სურათი 27. ბლუკროპის ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრამა.

უმწიფარ მწვანე და წითელი ფერის ნაყოფში გლუკოზისა და ფრუქტოზის რაოდენობა გაცილებით ნაკლებია მწიფე ნაყოფთან შედარებით (სურათი 28).



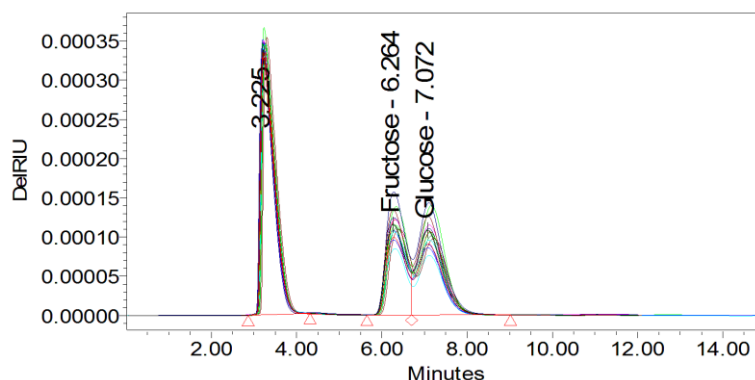
სურათი 28. (ა, ბ, გ). ერლიბლუს ნაყოფის ნახშირწყლების ქრომატოგრაფიული სურათი ნაყოფის სიმწიფის სხვადასხვა სტადიაზე: ა) უმწიფარი მწვანე ნაყოფი, ბ) უმწიფარი წითელი ნაყოფი, გ) მწიფე ნაყოფი.

ნახშირწყლების შემცველობა ლურჯი მოცვის ნაყოფის სიმწიფის სხვადასხვა სტადიაზე ცხრილი 10

ნახშირწყლები	შეკავების დრო	ფართობი	ფართობის %	რაოდენობა	ერთეული	
<b>უმწიფარი მწვანე ნაყოფი</b>						
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
<b>უმწიფარი წითელი ნაყოფი</b>						
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
<b>მწიფე ნაყოფი</b>						
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 26,15გ/კგ (2,61%), უმწიფარ წითელში 37,11გ/კგ (3,71%), ხოლო მწიფე ნაყოფში 99,52გ/კგ (9,95%)(ცხრ. 10).





სურათი 29. 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	ონეილი	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±1,07 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 ონეილი 75,47±1,51 გ/კგ (ცხრილი 11; სურათი 29).

### ლურჯი მოცვის ნედლეულ ნაყოფში პექტინის შემცველობა

არსებობს უცხოური კვლევები მოცვიში პექტინის (პოლისაქარიდების) შემცველობაზე, რადგანაც პექტინს გააჩნია არა მარტო საკვები, საკონდიტრო, არამედ ფარმაცოლოგიური მნიშვნელობაც. ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა ჰიდროპექტინის, პროტოპექტინის და საერთო პექტინის რაოდენობრივი შემცველობა (%).



ლურჯი მოცვის ნაყოფების შემადგენლობაში შემავალი პექტინის შემცველობა

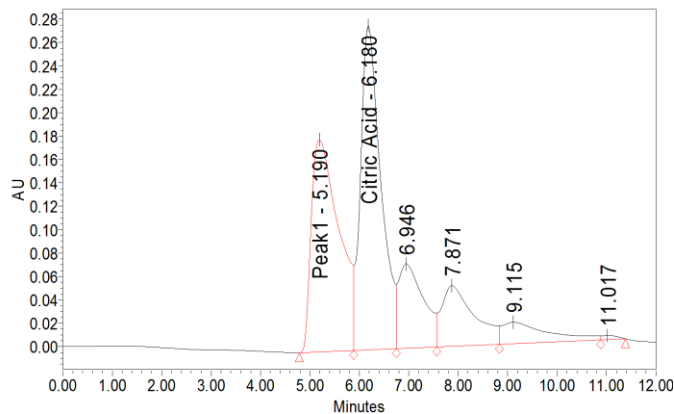
ცხრილი 12

ნიმუშის დასახელება	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
ონელი	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 ონელში 0,63±0,02%. ხოლო თითქმის თანაბარი რაოდენობითაა ბრიგიტა-რეის, რეკას, დიუკის, ლეგასის, ერლიბლუს, ბლუგოლდის, ბლუკროპის, სპარტანის, ჩანდლერისა და ელიზაბეტის ნაყოფებში (ცხრილი 12).

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 30). ლურჯი მოცვის შესწავლილ 17 ჯიშში ლიმონმჟავას რაოდენობა მერყეობს 5,43±0,13 - 11,72±0,27 გ/ლ ფარგლებში (ცხრილი 13).



სურათი 30. 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±0,15	14,27±0,33
2	სპარტანი	7,85±0,18	12,90±0,30
3	სანრაისი	6,60±0,15	15,76±0,36
4	ტორო	9,19±0,21	11,19±0,26
5	მისტი	5,89±0,14	15,65±0,36
6	დიუკი	8,75±0,20	12,60±0,29
7	ბრიგიტა-რეი	11,72±0,27	6,41±0,15
8	ბლურეი	8,51±0,20	9,98±0,23
9	ლეგასი	8,21±0,19	10,38±0,24
10	ბლუკროპი	8,73±0,20	11,06±0,25
11	ბლუგოლდი	8,87±0,20	8,46±0,19
12	ჩანდლერი	7,88±0,18	11,80±0,27
13	ონელი	6,47±0,15	11,66±0,27
14	ერლიზლუ	6,98±0,16	14,28±0,33
15	ელისაბეტი	5,43±0,13	15,49±0,36
16	ბერკლი	7,05±0,16	13,55±0,31
17	პატრიოტი	8,38±0,19	9,74±0,31

აღსანიშნავია, რომ შაქარ/მჟავა ინდექსი პრაქტიკულად ყველა ჯიშში, გარდა ჯიშებისა - ბრიგიტა-რეის 6,41±0,15, ბლურეის 9,98±0,23, ბლუგოლდისა 8,46±0,19 და პატრიოტის 9,74±0,31 10-ზე მეტია, რაც გამოიხატება ნაყოფი სასიამოვნო სიტკბოში, ყოველივე ეს კი ჩვენში წარმოებულ მოსავალს მისაღებს ხდის ევროპული ბაზრისათვის (ცხრილი 13).

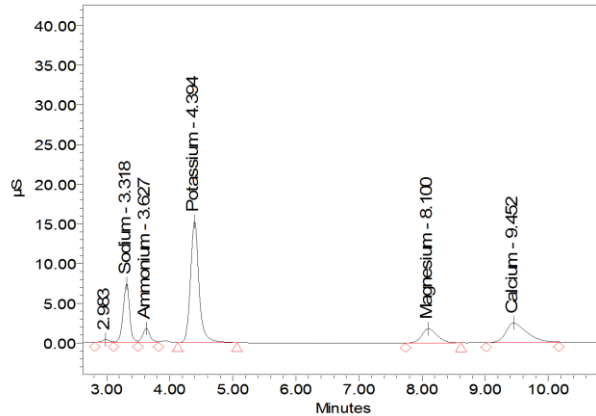
**2.4. ლურჯი მოცვის ნაყოფის მაკროელემენტების კვლევა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით**

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<sup>+</sup>), ნატრიუმის ქლორიდი (Na<sup>+</sup>), ამონიუმის ქლორიდი (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), კალიუმის ქლორიდი (K<sup>+</sup>), მაგნიუმის ჰიდრატი (Mg<sup>2+</sup>), კალციუმის ნიტრატი ტეტრაჰიდრატი (Ca<sup>2+</sup>), სტრონციუმის ნიტრატი ტეტრაჰიდრატი (Sr<sup>2+</sup>), ბარიუმის ქლორიდი დიჰიდრატი (Ba<sup>2+</sup>) (Fisher Scientific), EDTA (Serva) (სურათი 31). იზოკრატული ტუმბო (Isocratic HPLC pump -Waters 1515), დეტექტორი (Waters 432 - Conductivity), ქრომატოგრაფიული სვეტი IC-Pak Cation MD, ელუენტი 3 mM HNO<sub>3</sub>/0.1 mM

EDTA, ელუენტის გამტარებლობა  $1250 \pm 0,50 \mu S$ , საბაზო მგრძნობელობა  $2000 \mu S$ , ინტეგრატორის მგრძნობელობა  $0.01 \mu S$ , სვეტის ტემპერატურა  $35^{\circ}C$ , პოლარობა -negative.



**სურათი 31.** მაკროელემენტების სტანდარტული ნაერთების: ლითიუმის, ნატრიუმის, ამონიუმის, კალიუმის, მაგნიუმისა და კალციუმის იონების ქრომატოგრამა

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

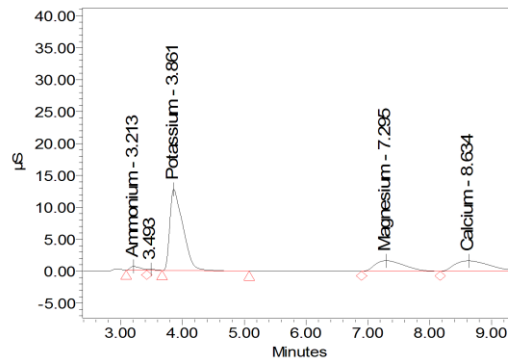
**ლურჯი მოცვის ნაყოფში ნაცრის შემცველობა**

ცხრილი 14

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

ლურჯი მოცვის 17 ნიმუშში ძირითადად იდენტიფიცირებული იქნა კალიუმის, მაგნიუმისა და კალციუმის იონები, ხოლო სხვა მაკროელემენტები გვხვდებოდა კვალის სახით (სურათი 32). ფიქსირდება აღნიშნულ დომინანტ იონებს შორის განსხვავება ჯიშების მიხედვით. რაოდენობები მერყობდა შემდეგ ფარგლებში: 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 (ცხრილი 15). კალიუმის იონის მაღალი შემცველობით გამოირჩეოდა ბლუკროპის  $2205 \pm 41,9$  ppm, ბრიგიტა-რეისა  $2111 \pm 40,1$  ppm, და სპარტანის ნაყოფები  $1988 \pm 37,8$  ppm; მაგნიუმის იონის - ბლუკროპის  $735 \pm 14,0$  ppm, სპარტანისა  $663 \pm 12,6$  ppm და დიუკის ნაყოფები  $641 \pm 12,2$  ppm,

ბოლო კალციუმის - ბრიგიტა-რეის  $1720 \pm 32,7$  ppm, ბლუკროპისა  $1260 \pm 23,9$  ppm და სპარტანის ნაყოფები  $1136 \pm 21,6$  ppm (ცხრილი 15).



**სურათი 32. ლურჯი მოცვის რეკას იონების ქრომატოგრამა  
ლურჯი მოცვის ნაყოფებში იონების შემცველობა**

ცხრილი 15

№	ნიმუშის დასახელება	იონების შემცველობა მშრალ მასაზე გადანგარიშებით, ppm		
		K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
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	სანრაისი	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

**თავი 3. 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, ანტოციანების, კატექინების შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა.

საერთო ფენოლების შემცველობის მხრივ ყველაზე დიდი რაოდენობა დაფიქსირებულია ჩანდლერში  $1376,3 \pm 23,4$  მგ/100გ, ბლუკროპსა  $13862,8 \pm 23,2$  მგ/100გ და

დიუკში 1354,8±23,0 მგ/100გ. ყველაზე ნაკლები შემცველობით ხასიათდება რეკა 598,0±10,2 მგ/100გ, სპარტანი 602,1±10,2 მგ/100გ. ფლავონოიდების შემცველობა მერყეობს 368,0±7,4-დან – 877,3±17,5-მდე მგ/100გ-ის ფარგლებში. აქედან მაღალი მაჩვენებლით ხასიათდება ჩანდლერი 877,3±17,5 მგ/100გ, დიუკი 754,2±15,1 მგ/100გ და ბრიგიტა-რეი 798,0±16,0, ხოლო ყველაზე ნაკლებით კი ონელი 368,0±7,4 მგ/100გ, რაც შეეხება კატექინების შემცველობას მინიმალური დაფიქსირდა რეკაში 100,4±2,1 მგ/100გ, მაქსიმალური კი დიუკში 280,6±5,9 მგ/100გ, ჩანდლერსა 226,6±4,8 მგ/100გ და ტოროში 215,4±4,5 მგ/100გ (ცხრილი 16).

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

ცხრილი 16

№	ლურჯი მოცვი	ნედლი ნაყოფი		
		საერთო ფენოლები გალის მჟავაზე გადაანგარიშებით მგ/100გ	ფლავონოიდები რუთინზე გადაანგარიშებით, მგ/100გ	კატექინები (+) -კატექინზე გადაანგარიშებით 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	სანრაისი	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	ერლობლუ	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

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 (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 დაბალი აქტიურობით ხასიათდება ონელი 6,1±0,13 მგ და პატრიოტი 6,0±0,13 მგ (ცხრილი 17).

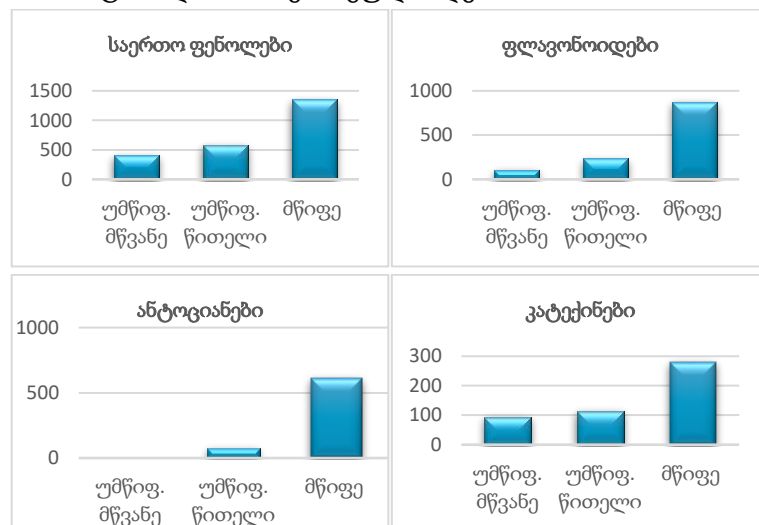
ლურჯი მოცვის ნაყოფების ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანური აქტიურობა

ცხრილი 17

№	ლურჯი მოცვი	ნედლი ნაყოფი	
		მონომერული ანტოციანები ციანიდინ -3-O-გლუკოზიდზე გადაანგარიშებით, მგ/100გ	ანტიოქსიდანური 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

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

შესწავლილი იქნა მოცვის ნაყოფში ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთთა რაოდენობრივი ცვლილებები დამწიფების პროცესში (დიაგრამა 4). როგორც კვლევებიდან ჩანს ნედლეული ადებული 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- ერთეულამდე.



დიაგრამა 4. მოცვის ნაყოფში ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთთა დინამიკა დამწიფების პროცესში

როგორც დიაგრამიდან 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, დიუკს და ბლუკროკს.

#### თავი 4. 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  $0,89 \pm 0,01 - 0,94 \pm 0,01$  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 განსაზღვრული იქნა მისი ტექნიკური მაჩვენებლები და დადგენილი იქნა წვენის გამოსავალი, რომელიც მერყეობდა 85-95% მდე.

#### კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L ნაყოფის 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

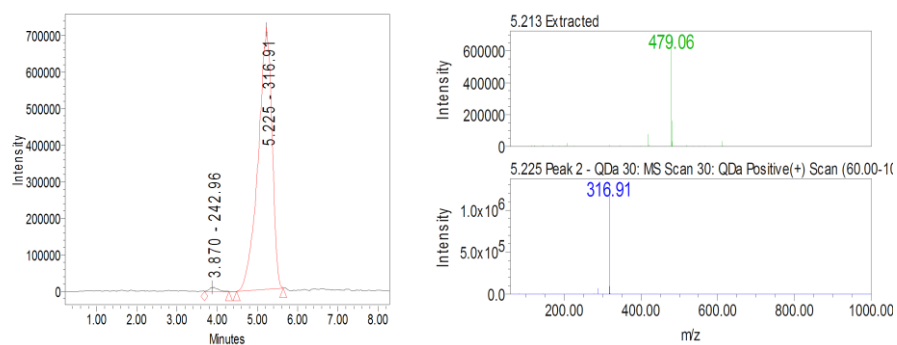
№	კავკასიური მოცვი	ნაყოფის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები		
		აქტიური მჟავიანობა, pH	ტიტრული მჟავიანობა, %	მშრალი ნივთიერება, %
1	ქობულეთი	$3,28 \pm 0,07$	$1,09 \pm 0,03$	$8,0 \pm 0,7$
2	იმერეთი	$3,15 \pm 0,07$	$0,87 \pm 0,02$	$8,0 \pm 0,17$

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).

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

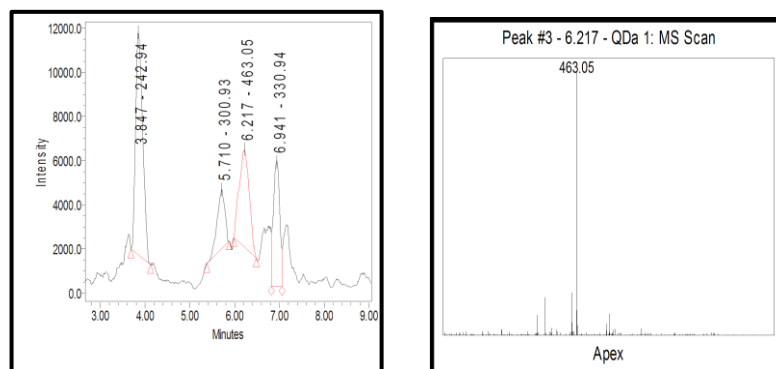
ჩვენს მიერ პირველად იქნა შესწავლილი დასავლეთ საქართველოში, კერძოდ იმერეთსა და აჭარაში გავრცელებული კავკასიური მოცვის ნაყოფების შემადგენლობაში შემავალი ანტოციანების შემცველობა HPLC და UPLC-PDA-MS-ით.

**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 33). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 23 შეესაბამება პეტუნინდინ-3-*O*-გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{22}H_{23}O_{12}$  მოლეკულური მასა 478.



სურათი 33. ნივთიერება 23 ქრომატოგრამა

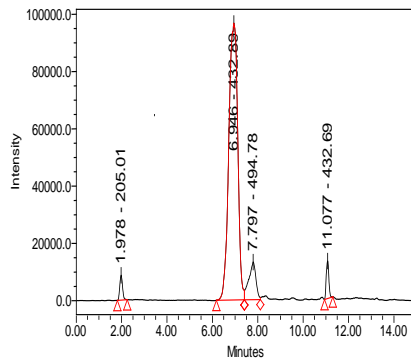
**ნივთიერება 24** - ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება  $[M-H]^+$  -  $m/z$  463,05 მოლეკულური მასით ფრაგმენტით  $m/z$  300,93; შეკავების დრო 6,217 წთ-ია, შთანთქმის მაქსიმუმი ულტრაიისფერ სხივზე 276 ნმ-ზე ფიქსირდება, ხოლო ხილულ არეში 527 ნმ-ზე (სურათი 34). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 24 შეესაბამება პეონინდინ-3-*O*-გლუკოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{22}H_{23}O_{11}$  მოლეკულური მასა 462.



სურათი 34. 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 35). ნაერთების მასების METLIN-ის ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 25 შეესაბამება პეონინდინ-3-*O*-არაბინოზიდს, რომლის ემპირიული ფორმულაა -  $C_{21}H_{21}O_{10}$  მოლეკულური მასა 431.





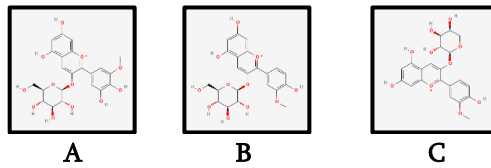
სურათი 35. ნივთიერება 25 ქრომატოგრამა

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

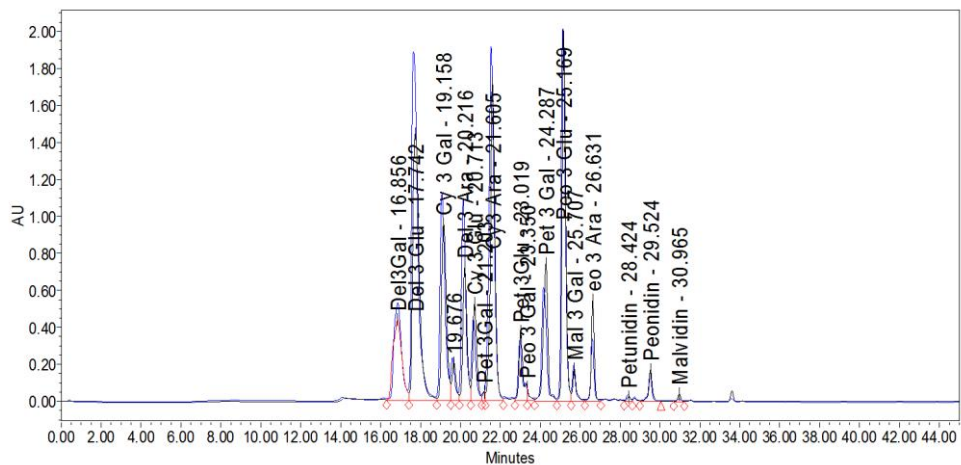
ცხრილი 20

ნივთიერება	დასახელება	მოლეკულის ფორმულა	[M+H] <sup>+</sup> (m/z)	[M+H] <sup>+</sup> (m/z)	R <sub>t</sub> (min)
23	პეტუნინ-3-0-გლუკოზიდი	C <sub>22</sub> H <sub>23</sub> O <sub>11</sub>	479.06	316.91	5.213
24	პეონინ-3-0-გლუკოზიდი	C <sub>22</sub> H <sub>23</sub> O <sub>11</sub>	463.05	300.93	6.250
25	პეონინ-3-0-არაბინოზიდი	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>10</sub>	432.89	300.97	6.946



სურათი 36. ანტოციანების გლუკოზიდების ფორმულები: A - პეტუნინ-3-0-გლუკოზიდი; B - პეონინ-3-0-გლუკოზიდი; C - პეონინ-3-0-არაბინოზიდი;

იმერეთის ტერიტორიაზე აღებულ მოცვის ნიმუშებში იდენტიფიცირებული იქნა 18 ანტოციანური გლიკოზიდი. დომინანტ გლიკოზიდს წარმოადგენდა დეფინინ-3-0-გლუკოზიდი 112,2±2,24 მგ/100გ, ციანიდინ-3-0-არაბინოზიდი 92,99±1,86 მგ/100გ და პეონინ-3-0-გლუკოზიდი 88,42±1,77 მგ/100გ, მცირე რაოდენობით კი შეიცავდა მალვიდინ-3-(6"აცეტილ)-გალაქტოზიდი 0,98±0,02 მგ/100გ (სურათი 37; ცხრილი 21).

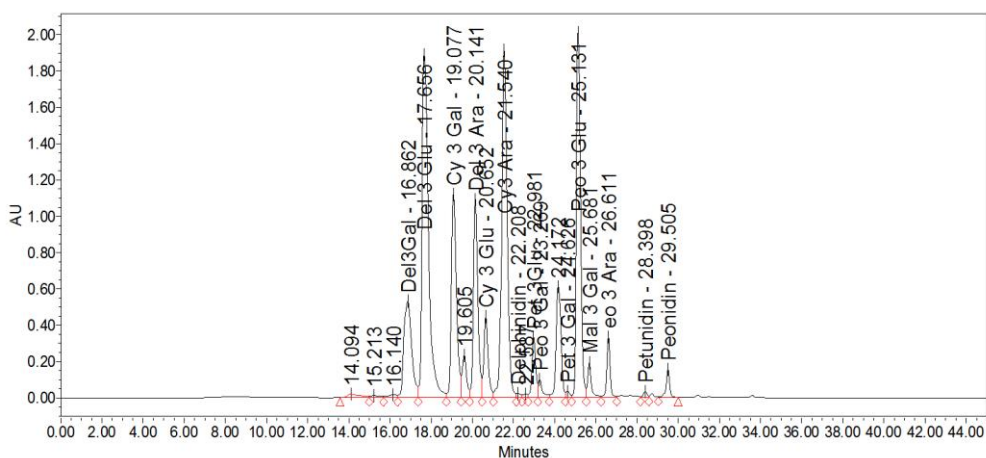


სურათი 37. იმერეთში აღებული კავკასიური მოცვის ნაყოფის ანტოციანების HPLC ქრომატოგრამა scan. 518 nm.

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

ცხრილი 21

	დასახელება	შეკავების დრო	ფართობის %	რაოდენობა	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 38.** ქობულეთში აღებული კავკასიური მოცვის ნაყოფის ანტოციანების HPLC ქრომატოგრამა scan. 518 nm

ქობულეთის ტერიტორიაზე აღებულ მოცვის ნიმუშებში იდენტიფიცირებული იქნა 17 ანტოციანური გლიკოზიდი. განსხვავებით ქობულეთის ნიმუშში იმერეთის ნიმუშიდან 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 38; ცხრილი 22).

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

ცხრილი 22

	დასახელება	შეკვების 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	პეტუნდინ-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	პეტუნდინ-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	პეტუნდინ-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

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/z493/331), მალვიდინ-3-0-არაბინოზიდი (m/z 465,32/331), ხოლო კავკასიურ მოცვში დაფიქსირებული პეტუნდინ-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 ნიმუშებზე.

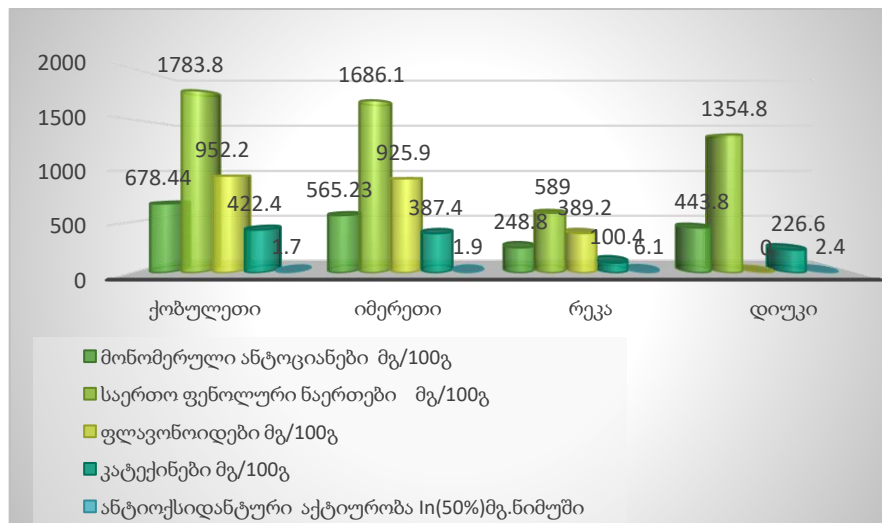
**კავკასიური მოცვის *Vaccinium arctostaphylos* L საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, ანტოციანების და კატექინების რაოდენობრივი ანალიზი და ანტიოქსიოდანტური აქტიურობა**

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



**დიაგრამა 5.** კავკასიური მოცვისა და ლურჯი მოცვის საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, ანტოციანების, კატექინების რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა.

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

**თავი 5. კაკვასიური ( 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 შეუწყობს მოცვის მოხმარებას მთელი წლის განმავლობაში. როგორც უკვე ავლნიშნეთ 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.

**კაკვასიური 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
ონელი	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
კაკვასიური 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
კაკვასიური 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

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 შენაჩუნებული იქნა ელიზაბეტსა და ჩანდლერში, ხოლო ყველაზე მაღალი დანაკარგი დაფიქსირდა პატრიოტსა და რეკაში (ცხრილი 24). -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 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
სანრასი	387,2±7,7	345,0±6,9	377,1±7,5	368,9±7,4	352,7±7,1	331,0±6,6
ბერკლი	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

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).

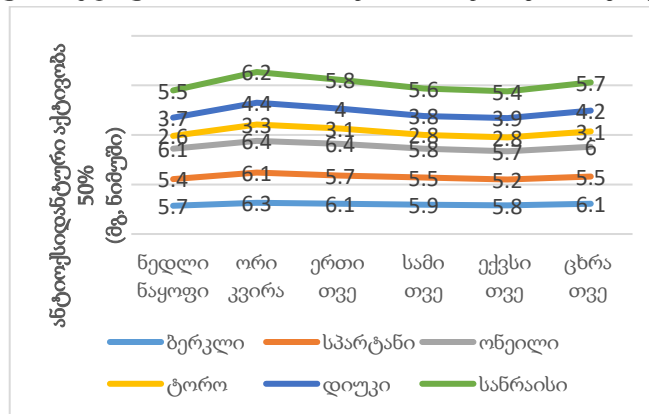
კვლევებისას დასაბუთდა, რომ ანტოციანების რაოდენობა შენახვისას ორი კვირის განმავლობაში 5°C-სა და 1 თვის განმავლობაში -25°C -ზე თითქმის არ იცვლება, ხოლო -25°C -ზე სამი თვის განმავლობაში შენახულ ნედლ ნაყოფში ანტოციანებმა მოიმატა 0,22%-დან 13%-მდე (ცხრილი 26). რაც აიხსნება იმით, რომ ტემპერატურის შემცირებისას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

**კავკასიური და ლურჯი მოცვის ნაყოფების ანტიციანების შემცველობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში**

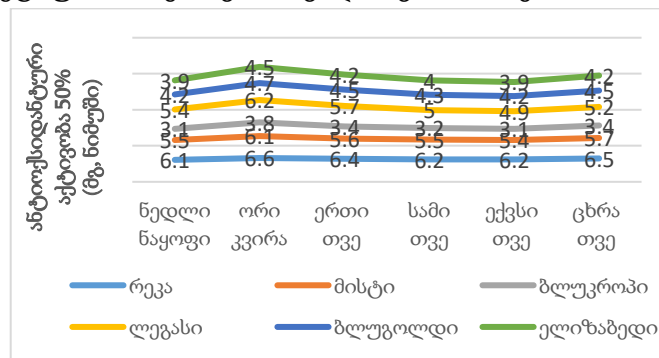
ცხრილი 26

მოცვის ნაყოფის ექსტრაქტი	ანტიციანები ციანიდინ-3 გლუკოზიდზე გადანაგარიშებით 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
სანრაისი	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
ონეილი	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**

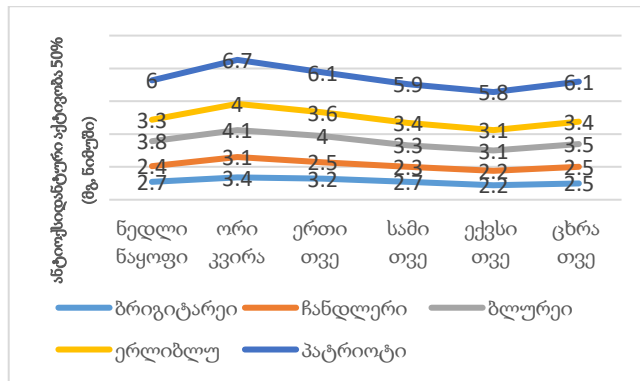


**დიაგრამ 6.** ლურჯი მოცვის (ბერკლი, სპარტანი, ონეილი, ტორო, დიუკი, სანრაისი) ანტიოქსიდანტური აქტიურობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში

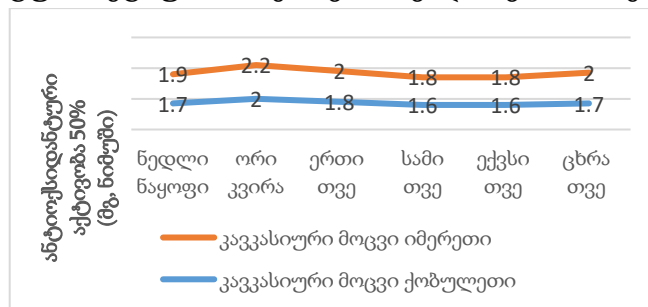


**დიაგრამ 7.** ლურჯი მოცვის (რეკა, მისტი, ბლუკროპი, ლეგასი, ბლუგოლდი, ელიზაბეტი) ანტიოქსიდანტური აქტიურობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში





**დიაგრამ 8.** ლურჯი მოცვის (ბრიგიტარეი, ჩანდლერი, ბლურეი, ერლიბლუ, პატრიოტი) ანტიოქსიდანტური აქტიურობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში



**დიაგრამ 9.** კავკასიური მოცვის ანტიოქსიდანტური აქტიურობა შენახვის სხვადასხვა პირობებში

დიაგრამებიდან 6 - 9 ჩანს როგორ იცვლება ანტიოქსიდანტური აქტიურობა მოცვის ნაყოფის შენახვის სხვადასხვა პირობებში. ორი კვირის განმავლობაში 5°C-ზე შენახულ ნიმუშებში მცირდება, ხოლო -25°C-ს პირობებში შენახულ ნიმუშებში თანდათანობით მატულობს, რაც კოლერაციაშია ანტოციანების შემცველობასთან.

**კავკასიური 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 (ცინიდიინ-3-გლუკოზიდ ქლორიდზე გადაანგარიშებით). გადასამუშავებელ მოცვის ნაყოფში ანტოციანების შემცველობა 1044,57 მგ/კგ.

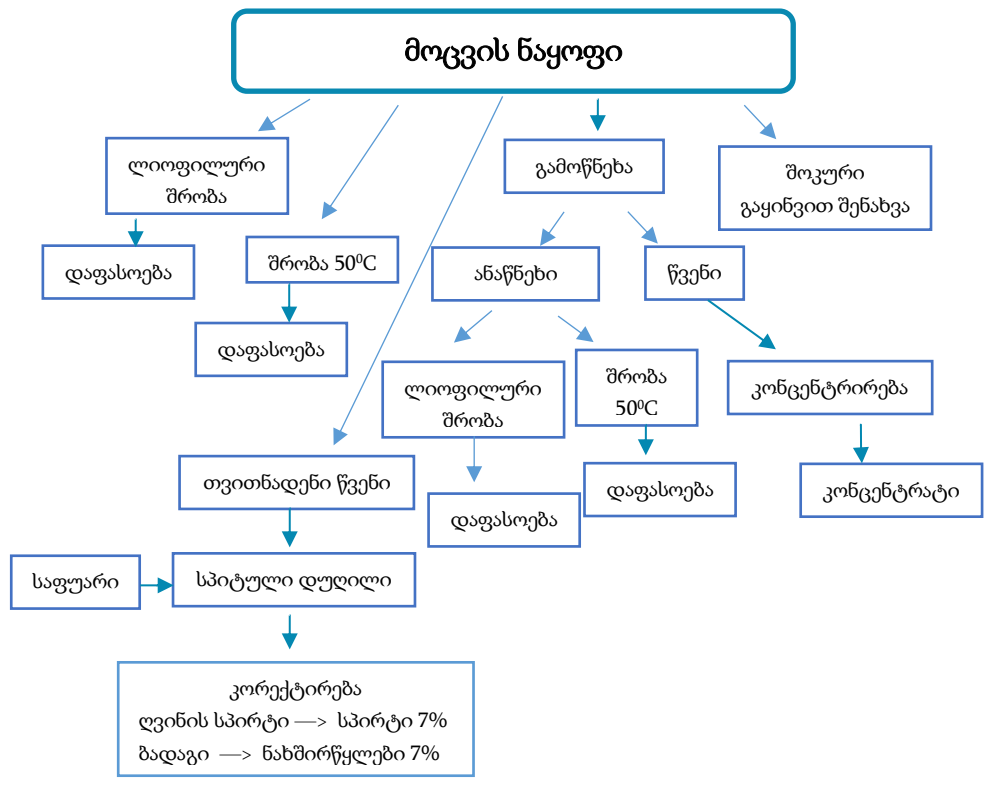
**ნაყოფი,** რომელიც შეადგენდა საერთო ნიმუშის 85% გადამუშავდა, კერძოდ, მიღებული იყო წვენი, წვენის კონცენტრატი და მიღებული ანაწნეხი კი გავაშრეთ ერთი ნაწილი კონვექციურად და მეორე ლიოფილურად.

**კონვექციულად გამშრალი მოცვის ნაყოფისა და ანაწნეხის წარმოება** - მოცვის ნაყოფის 50°C რეჟიმში შრობის შემდეგ 1კგ ნედლი ნაყოფიდან მიღებული იქნა 161გ (ანტოციანების შემცველობა 3426,18 მგ/კგ), ხოლო 1 კგ ნედლი ანაწნეხიდან 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 ანაწნეხიდან 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.



სქემა 1. მოცვის გადამამუშავება

**წვენის მიღება.** ნაყოფი დაიწნის, დაქუცმაცების გარეშე, რადგან არ დაზიანებულიყო 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.

თვითნადენ 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 დუდილის 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, ონიელის, ბლურეის, ერლიბლუსა და პატრიოტის ნაყოფების ქიმიური შედგენილობა. ნაყოფიდან 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; პეტუნინ-3-0-გალაქტოზიდი; პეტუნინ-3-0-არაბინოზიდი; მალვიდინ-3-0-გალაქტოზიდი; მალვიდინ-3-0-არაბინოზიდი; მალვიდინ-3-0-გლუკოზიდი; პეონინ-3-0-გალაქტოზიდი; ცინიდინ-3-0-არაბინოზიდი; დელფინიდინ-3-0-გლუკოზიდი; მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი; მალვიდინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი; პეტუნინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი; პეონინ-3-(6"-აცეტილ)გალაქტოზიდი; პეონინ-3-(6"-აცეტილ)გლუკოზიდი და 5 აგლიკონი: პეტუნინი, პეონინი, მალვიდინი, დელფინინი 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-ი, ხოლო იმერეთის რეგიონში -18 გლიკოზიდი. ისინი განსხვავდებიან მხოლოდ ერთი ანტოციანით - პეტუნინ-3-0-გალაქტოზიდით. ყველა ნიმუშში დომინანტ ანტოციანებს წარმოადგენენ დელფინიდინ-3-0-გლუკოზიდი, ციანიდინ-3-0-არაბინოზიდი და პეონინ-3-0-გლუკოზიდი.

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

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 ამ პერიოდში ერთნაირი გაზაფხული - ზაფხულის ოპტიმალური ტემპერატურული პირობებით. ჩვენთან მოყვანილი მოცვის ნაყოფების მონაცემების შედარებით ჩრდილოეთ ამერიკაში, კორეასა და ევროპაში მოყვანილ ნაყოფთან დადგინდა რომ, მშრალი ნივთიერება 2-3%-ით ჩამოუვარდება ჩრდილოეთ ამერიკისას, მკვეთრად არ განსხვავდება კორეასა და დასავლეთ ევროპაში გაშენებული მოცვის მონაცემებისაგან, ხოლო ტიტრული მჟავიანობა ჩვენთან 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 (მჟავების 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. ლურჯი მოცვის სხვადასხვა ჯიშის ნაყოფში შაქარ/მჟავა ინდექსის განსაზღვრისას დადგენილი იქნა, რომ ჩვენში მოყვანილი მოსავალი აკმაყოფილებს ევროპული ბაზრის მოთხოვნას (შაქარ/მჟავა ინდექსი 10-ზე მეტი) 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 პატრიოტისა  $9,74\pm 0,31$ , სადაც შაქარ/მჟავა ინდექსი 10-ზე დაბალია.

8. ნაყოფში ნაცრის ელემენტების შესწავლისას დადგინდა, რომ პროცენტული შემცველობა მერყეობდა  $5580\pm 106$  -  $11300\pm 214$  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 ამერიკასა და ჩრდილოეთ აფრიკაში მოყვანილ მოცვზე ჩატარებული კვლევის მონაცემებს.

9. ლურჯი მოცვის 17 ჯიშში შესწავლილი იქნა საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, კატექინებისა და ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობის 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, ხოლო ანტიოქსიდანტური აქტიურობა  $2,4\pm 0,05$ მგ- $6,1\pm 0,13$  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  $1783,8\pm 30,32$  -  $1686,1\pm 28,66$  მგ/100გ, ფლავონოიდების  $952,2\pm 19,04$  -  $925,9\pm 18,51$  მგ/100გ, ანტოციანების  $678,44\pm 12,89$  -  $565,23\pm 10,73$  მგ/100გ და კატექინების  $422,4\pm 8,87$ - $387,4\pm 8,13$  მგ/100გ რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობა  $1,7\pm 0,03$ - $1,9\pm 0,03$ . 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 აღებული კავკასიური მოცვის ნაყოფების მონაცემები მაღალია იმერეთის რეგიონთან შედარებით.

**11.** ლურჯი მოცვის ძირითადი ქიმიური მაჩვენებლების შენარჩუნებისა და გაუმჯობესების მიზნით გამოიკადა ნაყოფის შენახვის სხვადასხვა პირობები (ტემპერატურული რეჟიმი და ხანგრძლივობა). დადასტურდა, რომ შენახვის ოპტიმალური პირობებია ნედლ 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, ანაწნები, გამშრალი ნაყოფი 50°C, გამშრალი ანაწნები 50°C, გამშრალი ნაყოფი ლიოფილურად (84°C), გამშრალი გამონაწნები 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 ანაწნები 1.01±0,02, ასევე მთლიანი ნაყოფი 1.07±0,02.

#### **სადისერტაციო ნაშრომის ირგვლივ გამოქვეყნებული შრომები:**

1. 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.
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. M.Khakhutaishvili; 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.

#### **საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაში მონაწილეობა:**

1. 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.
2. 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.
3. მ.ხახუტაიშვილი; მ.ვანიძე. (2015). „აჭარაში გაშენებული ლურჯი მოცვის ანტოციანები“. საქართველო, ქუთაისი. მეოთხე საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ინტერნეტ - კონფერენცია „ბიოუსაფრთხო კვების პროდუქტთა პრობლემები და ბიზნეს გარემო“.

Batumi Shota Rustaveli State University  
Faculty of Natural Sciences and Healthcare  
Department of Chemistry



Meri Khakhutaishvili

**Biologically Active Compounds of  
Vacciniaceae Species and Introduced Varieties**

Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for PhD Degree of Chemical Sciences  
Specialty: Analysis of natural compounds

**ANNOTATION**

Batumi – 2022

*Dissertation has been performed in the Department of Chemistry, Faculty of Natural Sciences and Healthcare of Batumi Shota Rustaveli State University.*

*The research part of the dissertation was carried out within the project, which was implemented with the financial support of Shota Rustaveli National Science Foundation (grant AP / 96/13 and FR / 335 / 10-160 / 14).*

**Scientific Adviser:**

**Maia Vanidze**  
Associate Professor,  
Doctor of Biological Sciences  
Batumi Shota Rustaveli State University

**Dissertation Experts:**

**Inga bochoidze**  
Professor, Academic Doctor of Chemistry,  
Head of Chemical and Environmental  
Technologies Department, Akaki Tsereteli State University;

**Nana Barbakadze**  
Academic Doctor of Chemistry, Scientific Worker of  
Iovel Kutateladze Institute of Pharmacochimistry  
at Tbilisi State Medical University

**Ketevan dolidze**  
Professor, Doctor of Biology  
Sciences, Batumi Shota Rustaveli State University

The defense of the thesis will be held on ..... 2022 at the meeting of the dissertation council of the Faculty of Natural Sciences and Public Health of Batumi Shota Rustaveli State University.

Address: Batumi, 35 Ninoshvili Str. ....

The dissertation work can be found in the library of Batumi Shota Rustaveli State University, as well as on the university website - [www.bsu.edu.ge](http://www.bsu.edu.ge).

Batumi Shota Rustaveli State University Faculty of Natural Sciences and Health  
Secretary of the Dissertation Council: **Nana Zarnadze**

## Introduction

**Relevance of the topic:** In recent years, agriculture has become interested in crops that, compared with traditional but low-yielding crops, will have a serious economic impact on small farmers. Blueberries are representatives of this type of plants. Cultivation of blueberries began at the end of the 19th century, and by the 1980s, 45 varieties had already been spread to several countries. Now blueberries are grown in the USA, Canada and Europe, as well as in New Zealand, Australia, Japan, Ukraine and other countries. Why is blueberry so popular in the world? It is interesting not only for its taste, but also for its chemical composition. Many studies have been carried out abroad on these issues, but practically no research has been carried out in this area in Georgia, except for a few experimental works carried out by our group.

The chain of development of blueberry production, from cultivation to the sale of products, allows it to be a profitable plant. A farmer can grow blueberries that will be sold well on the market in areas with a poor geographical position and inaccessible to heavy equipment (90% of farmers in Adjara have such plots). The USAID study proves that there is good potential for blueberries in Western Georgia. American blueberries adapt well to the acidic soils and climatic conditions of the highlands of Guria and Adjara; these soils are mostly undeveloped after depreciated tea plantations. Thus, 17 varieties of blueberries have been brought and grown in Western Georgia. All varieties bear fruit at different times and are harvested by August 15th. Blueberry is a shrubby berry crop with round blue fruits; it is frost-resistant, withstands 20-degree frost; it does not tolerate drought, so in hot weather it must be watered; it is characterized by high resistance to diseases; it contains vitamin C and tannins; it has antioxidant properties; it is widely used in cooking and folk medicine. Due to its high nutritional and dietary properties, it is widely distributed in the world and is in great demand among consumers. The original, sweet and sour taste of the berry further increases its popularity. It is used raw, frozen and dried.

A plant is a living organism, therefore, a change in environmental conditions can also lead to a change in the chemical composition in certain directions. Therefore, further chemical analysis of the adaptation of imported blueberry varieties to the environment is relevant. Extensive large-scale studies are needed to determine what advantages the introduced species have over the native ones. Different varieties are harvested at different times, so it is important to analyze the fruits at different times of the growing season to determine the quality and timing of ripening. Substances that determine the healing, beneficial properties of blueberries have a labile nature of the phenolic class, so it is important to take samples and analyze them during drying, raw storage, freezing and processing. Blueberries grown in Georgia have a special taste and are very popular in the European market.

**The goals and objectives of the research** are: the qualitative study of organic compounds of local wild-growing and introduced in Georgia blueberry varieties by HPLC and UPLC-MS methods; the isolation and identification of anthocyanins; the study of organic acids, phenolcarboxylic acids, mono- and polysaccharides; the quantitative analysis and antioxidant activity of total phenols, flavonols, catechins, blueberry anthocyanins; the study of pectin in raw blueberries; the study of changes in the chemical composition of blueberries during storage and processing.

**Scientific novelty:** phenolic compounds, organic acids and carbohydrates have been isolated and identified by HPLC and UPLC-MS methods from 17 introduced and local varieties of blueberries common in western Georgia. The qualitative composition and quantitative content of total phenols, flavonoids, catechins and anthocyanins were determined and compared. There have been developed



the raw material storage regimes and various processing technologies, as well as its biochemical properties and antioxidant activity.

**The practical significance of the article.** For the first time in Georgia, we have conducted chemical and biochemical studies of introduced and native species of the Vacciniaceae family using chemical, physicochemical and modern instrumental methods. Based on the results of the research, we can passport the plants. It is interesting to note the different quantitative indicators of compounds in introduced varieties, which are due to the influence of the external environment, agroecological and geographical conditions. After processing and comparing the results, it will be possible to scientifically select plants suitable for a particular region. These studies have not only scientific, but also practical and social significance. In particular, small businesses and consumers will have the opportunity to use the best forms of processing and consumption of raw materials, and in the pharmaceutical industry to supply new raw materials, where the useful bioactivity of the compounds will be maximum, which in turn, will provide additional income to the local population, mainly residents of high mountains. Also, when choosing a variety, one should take into account not only good taste properties, but also a high content of biologically active compounds. To date, no such information has been available. Based on the results of the research, an information scientific base has been created. Without the results of the study, further distribution and cultivation of introduced plants in the region is impossible. All this will help farmers to increase the area of blueberry plantations and the volume of harvest batches sold. With proper planning and good management, blueberry plantations are very profitable and can generate serious economic returns for small farmers.

**Object of study, material and methodology:** The object of study is the fruits of the local Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L) and introduced blueberries, common in western Georgia, in particular in Imereti and Adjara. There have been analyzed 17 varieties of blueberries: Elizabeth, Reka, Bluegold, Duke, Sunrise, Berkeley, Spartan, Misty, Legacy, Toro, Brigittaray, Chandler, O'Neal, Blueray, Earliblue and Patriot.

**The following physicochemical methods were used for the study:**

1. Isolation and identification of anthocyanins were carried out by high performance liquid chromatography HPLC-UV, RI and ultra-high performance liquid chromatography UPLC-PDA, as well as by MS;
2. Phenolcarboxylic acids were investigated by ultrahigh performance liquid chromatography UELC-PDA, MS method;
3. Carbohydrates and organic acids were studied by HPLC-UV, RI;
4. Qualitative and quantitative determination of macronutrients - HPLC method - Conductivity;
5. Determination of antioxidant activity was carried out using a stable radical of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) by the DPPH method;
6. Determination of the total amount of monomeric anthocyanins was carried out by the method of pH differentiation (Official method of AOAC);
7. Determination of the amount of total phenols - according to the Folin-Ciocalteu method (calculated as gallic acid);
8. Quantitative determination of flavonoids - by spectral method ( $\text{AlCl}_3$  reagent in terms of rutin);
9. Quantitative determination of catechins with vanillin reagent - spectral method;

10. Determination of pectin by carbazole spectral method(Official method of AOAC);
11. Determination of sugar content - refractometric method;
12. Determination of pH (Official method of AOAC);
13. Determination of titratable acids (Official method of AOAC).

**Dissertation approbation.** The results of the research are presented in 3 scientific articles and 3 international scientific conference.

**Dissertation volume and structure.** The dissertation consists of 133 printed pages in accordance with the Dissertation instructions for obtaining a doctoral degree and includes a title and signature pages, content, a list of 27 tables, 2 scheme, 14 diagrams, 73 figures, a list of references - 122 units. The main text consists of: introduction, literature review, discussion of results, experimental part, conclusion, bibliography and appendix.

**Literature review** - The first chapters of the article discuss the distribution of phenolic compounds in plants, their physiological activity; biosynthesis of anthocyanins in blueberries; factors affecting the accumulation of anthocyanins in different parts of the plant; biological characteristics of the blueberry family Vaccinium. The dissertation is accompanied by a list of used literature.

The results of the study are presented in the experimental part.

## Chapter 1. Technical and physical-chemical characteristics of fruits and blueberry juice.

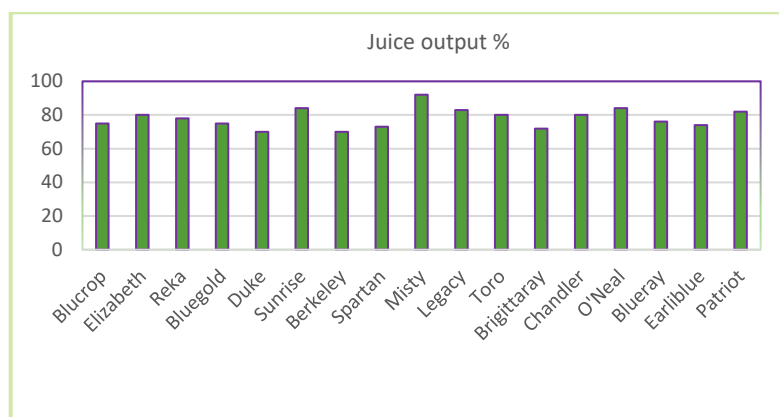
In samples of 17 varieties of blueberries, introduced on the territory of Western Georgia, organoleptic and some physical-chemical characteristics have been determined (fruit shape, size, weight, juice yield, extract, active acidity pH, titratable acidity and dry matter (Brix). Samples were taken during the period consumer maturity from late May to mid-June. Each indicator is influenced by factors such as environmental conditions - location, climate, soil, as well as the stage of fruit ripening and genetic differences between varieties.

### Technical indicators of blueberry fruits

Table 1

№	Sample Name	Blueberry fruits physical and organoleptic characteristics						
		Color	Form	Berry size, mm		Berry mass, g	Berry volume, ml	Taste
				Bunches Height	Bunches Width			
1	Bluecrop	Blue	roundish oval	14,24±0,21	12,5±0,19	1,35±0,02	1,4±0,01	Sweet sour
2	Elizabeth	Blue	roundish oval	15,5±0,23	12,71±0,19	1,87±0,03	1,9±0,02	Sweet
3	Reka	Blue	roundish oval	11,4±0,17	12,85±0,19	1,23±0,02	1,2±0,01	Sweet
4	Bluegold	Blue	roundish oval	14,35±0,22	12,85±0,19	1,37±0,02	1,4±0,01	Sour
5	Duke	Blue	roundish oval	13,5±0,20	11,41±0,17	1,09±0,02	1,13±0,01	Sweet
6	Sunrise	Blue	roundish oval	15,85±0,24	12,46±0,19	1,29±0,02	1,33±0,01	Sweet
7	Berkeley	Blue	roundish oval	17,71±0,27	13,44±0,20	2,38±0,04	2,33±0,02	Sweet
8	Spartan	Blue	roundish oval	17,64±0,26	13,74±0,21	2,28±0,04	2,27±0,02	Sweet
9	Misty	Blue	roundish oval	17,5±0,26	13,2±0,20	2,04±0,03	2,0±0,02	Sweet
10	Legacy	Blue	roundish oval	13,74±0,21	11,6±0,17	1,55±0,03	1,6±0,02	Sweet sour
11	Toro	Blue	roundish oval	14,54±0,22	11,8±0,18	1,13±0,02	1,13±0,01	Sweet sour
12	Brigittaray	Blue	roundish oval	17,0±0,26	13,6±0,20	1,64±0,03	1,53±0,02	Sour
13	Chandler	Blue	roundish oval	15,12±0,23	19,28±0,29	2,42±0,04	2,5±0,03	Sweet sour
14	O'Neal	Blue	roundish oval	14,95±0,22	12,22±0,18	1,63±0,03	1,66±0,02	Sweet sour
15	Blueray	Blue	roundish oval	16,75±0,25	13,32±0,20	2,05±0,03	2,12±0,02	Sour
16	Earliblue	Blue	roundish oval	11,05±0,17	13,27±0,20	0,84±0,01	0,86±0,01	Sweet
17	Patriot	Blue	roundish oval	17,72±0,42	13,72±0,21	1,86±0,03	1,82±0,02	Sour

The blueberry fruits taken for analysis are characterized by a dark blue color and a roundish-oval shape. The taste of blueberries is mostly sweet, with the exception of Brigitteray, Bluegold, Patriot and Blueray, which have a slightly sour taste. The diameter of blueberry fruits ranges from  $11.41 \pm 0,17$  mm to  $19.28 \pm 0,29$  mm, weight - from  $0.84 \pm 0,01$  to  $2.42 \pm 0,04$  g, volume - from  $0.86 \pm 0,01$  ml to  $2.5 \pm 0,03$  ml. Chandler  $2.42 \pm 0,04$  g and Berkeley  $2.38 \pm 0,04$  g are characterized by a large mass of fruits. The Earliblue fruit is characterized by the smallest weight ( $0.84$  g) (Table 1).



**Diagram 1.** Juice output from blueberries, %

As it can be seen from the diagram, the output of juice from blueberries ranges from 70-92%. Misty is distinguished by a high amount of juice output - 92%, a relatively low output was observed in Duke and Berkeley 70-70% (Diagrama 1).

#### Physical and chemical indicators of different varieties of blueberries

Table 2

Nº	Sample Name	Juice brix, (20 °C) %	Correct brix, (20 °C)
1	Bluecrop	10,0±0,14	10,18±0,20
2	Elizabeth	10,0±0,14	10,08±0,20
3	Reka	10,0±0,14	10,12±0,20
4	Bluegold	8,0±0,11	8,1±0,16
5	Duke	10,0±0,14	10,1±0,20
6	Sunrise	10,0±0,14	10,08±0,20
7	Berkeley	10,0±0,14	10,2±0,20
8	Spartan	10,0±0,14	10,12±0,20
9	Misty	10,0±0,14	10,08±0,20
10	Legacy	10,0±0,14	10,12±0,20
11	Toro	11,0±0,15	11,08±0,22
12	Brigitta-rey	9,0±0,13	9,12±0,18
13	Chandler	10,0±0,14	10,2±0,20
14	O'Neal	10,0±0,14	10,1±0,20
15	Blueray	8,0±0,11	8,1±0,16
16	Earliblue	11,0±0,15	11,1±0,22
17	Patriot	9,0±0,13	9,12±0,18

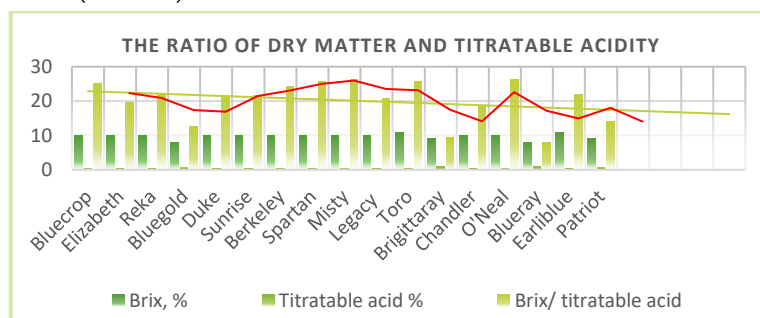
Determination of dry matter in blueberry juice was carried out using a refractometer. Among the samples taken for analysis, the lowest indicator was noted in the fruits of the Bluegold and Blueray varieties -  $8.0 \pm 0.11\%$ , and relatively high -  $11.0 \pm 0.15\%$  in the fruits of the Toro and Earliblue varieties (Table 2).

## Physical and chemical parameters of blueberry juice

Table 3

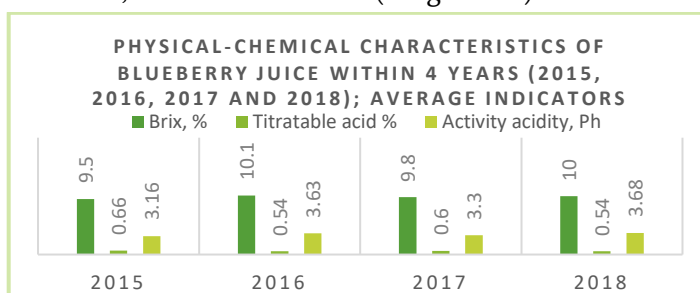
№	Sample Name	Activity acidity, pH	Titr. Acidity by citric acid (pH 8.1) %
1	Bluecrop	3,5±0,08	0,40±0,01
2	Elizabeth	4,0±0,09	0,51±0,01
3	Reka	3,66±0,08	0,45±0,01
4	Bluegold	3,4±0,07	0,64±0,02
5	Duke	3,77±0,08	0,47±0,01
6	Sunrise	3,94±0,09	0,46±0,01
7	Berkeley	3,78±0,08	0,41±0,01
8	Spartan	3,61±0,08	0,39±0,01
9	Misty	3,51±0,08	0,38±0,01
10	Legacy	3,41±0,08	0,48±0,01
11	Toro	3,73±0,08	0,43±0,01
12	Brigitta-rey	3,76±0,08	0,95±0,02
13	Chandler	3,33±0,07	0,53±0,01
14	O'Neal	4,22±0,09	0,38±0,01
15	Blueray	3,77±0,08	1,00±0,03
16	Earliblue	3,99±0,09	0,50±0,01
17	Patriot	3,42±0,07	0,64±0,02

Active acidity, pH ranged from 3.33±0.07 - 4.22±0.09. The lowest pH is typical for Chandler 3.33 ± 0.07, the highest for O'Neal 4.22 ± 0.09; the titratable acidity was defined by calculating citric acid (pH 8.1), a high indicator was observed in Blueray - 1.00 ± 0.03%, and low in O'Neal and Misty 0.38 ± 0.01-0.38 ± 0.01% (Table 3).



**Diagram 2.** The ratio of dry matter and titratable acids of blueberry fruit juice

The ratio of dry matter and titrate acid content in the juice of blueberries is not the same (the correlation curve is non-linear), which is associated with a different content of titral acids between varieties, despite the same dry matter content. This is directly proportional to the organoleptic characteristics of the fetus. With a ratio within 10 units, the fruit is characterized by a sour taste, within 15-17 units - sweetish-sourish, and in 20-25 cases - sweet. Accordingly, on this basis, it is possible to determine the ripeness of fruits, the time of harvest (Diagrama 2).



**Diagram 3.** Physical and chemical parameters of blueberry juice in 2015, 2016, 2017 and 2018

Physical and chemical parameters of blueberry juice harvested in 2015, 2016, 2017 and 2018 (according to average data) do not differ significantly from each other, namely: the share of solids is 9.5 - 10.1%, the content of active acids is 3.16–3.68, and the content of titratable acid is 0.54–0.66%. This is probably due to the same optimal temperature regime in spring and summer (Diagrama 3).

## **Chapter 2. Qualitative study of blueberry organic compounds by HPLC and UPLC-MS methods**

### **2.1. Isolation and identification of blueberry anthocyanins by high performance liquid chromatography (HPLC) and ultra high performance liquid chromatography with mass spectrometer (UPLC- PDA-MS).**

Blueberry anthocyanins introduced in western Georgia were studied, namely, using high performance liquid chromatography (HPLC) and ultra high performance liquid chromatography with a mass spectrometer (HPLC -PDA-MS), both aglycones and glycosides were isolated and identified. Before chromatographic separation, the sample was prepared for chromatography: first, the sample was extracted for analysis, then the extract was concentrated, and then the compounds were fractionated by the solid-phase extraction method. The extraction of blueberries (10 g) was carried out with acidified (0.1%) methanol at a low temperature (exposure -25°C). Then the resulting extract was subjected to vacuum extraction at 40°C. Solid phase extraction was used to separate the compounds in the resulting concentrate, namely the separation of carbohydrates and organic acids, phenol carboxylic acids and anthocyanin complex, which includes sampling into a Waters Sep-Pak C18 (500 mg) cartridge. Before sampling, the column was activated with methanol, and then the sorbent was equilibrated with water. The next step was sorbent sampling.

After sampling for the sorbent, the cartridge was treated with acidified (0.1%) water to separate carbohydrates and organic acids, and the resulting fractions were collected to identify compounds. In the next step, we fractionated the phenolic acids with ethyl acetate and finally eluted the anthocyanins with acidified methanol. After concentrating the resulting eluant, the sample was filtered through a Waters Acrodisc LC PVDF 13 mm 0.45 µm filter.

The study of anthocyanins was carried out by HPLC on an analytical preparatory column C18. Element A: water/formic acid/acetonitrile (87:10:3); Element B: water/formic acid/acetonitrile (40:10:50); Gradient (0-15 min - 6% to 30% B, 30 min - 50% B, 35 min - 60% B, 41-45 min - 6% B). 518 nm detection. UPLC-MS analysis BEN C18, 1.7 µm, BENAmide 1.7 µm, column. Eluent acetonitrile, formic acid, (gradient), Flow 0.4 ml/min, column temperature 50°C, MS scan 200-1200 da, Probe 500°C, Positive 0.8 kV, capillary 1.5 kV, CV -15.

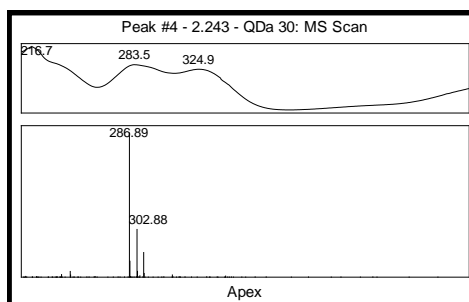
Both aglycones and glycosides have been identified. To identify aglycones, the compounds were hydrolyzed by heating with 6M hydrochloric acid.

We identified substances using standard compounds and the free substance mass database <https://metlin.scripps.edu>, as well as comparing data from peer-reviewed literature publications.

Using HPLC method, there have been identified 5 aglycones: petunidin, peonidin, malvidin, delphinidin, and cyanidin (Fig. 1, Table 4).

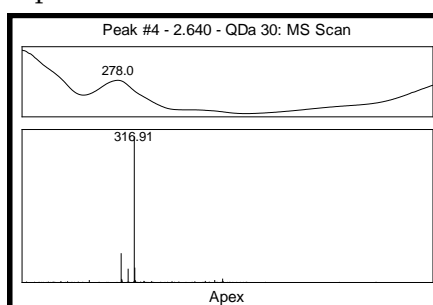


**Substance 2** - has been fixed on the chromatogram with  $[M-H]^+$  -  $m/z$  286.89 molecular weight; the retention time is 2.243 min, the maximum absorption in the ultraviolet light is fixed at 283.5 nm, while in the visible area 518 nm (Figure 4). According to the mass database of METLIN compounds, substance 2 corresponds to cyanidin, the empirical formula of which is  $C_{15}H_{11}O_6$ , molecular weight 287.24.



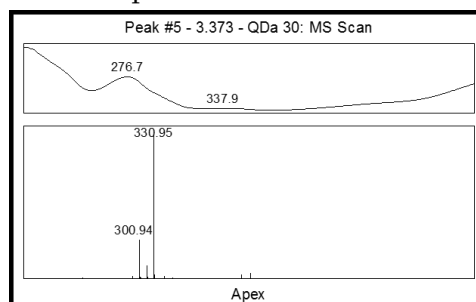
**Figure 4.** UPLC-PDA-MS spectrum of substance 2.

**Substance 3** - has been fixed on chromatogram with  $[M-H]^+$  -  $m/z$  316.91 molecular weight; the retention time is 2,640 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is 278.0 nm, while in the visible area 518 nm (Figure 5). According to the mass database of METLIN compounds, substance 3 corresponds to petunidine, which empirical formula is  $C_{16}H_{13}O_7$  molecular mass 317.27.



**Figure 5.** UPLC-PDA-MS spectrum of substance 3.

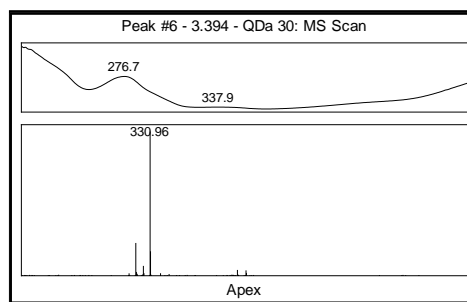
**Substance 4** - has been fixed on chromatogram with  $[M-H]^+$  -  $m/z$  300.94 molecular weight; the retention time is 3,373 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is 276.7 nm, while in the visible area 518 nm (Figure 6). According to the mass database of METLIN compounds, substance 4 corresponds to peonidine, which has an empirical formula -  $C_{16}H_{13}O_6$  molecular mass 301,27.



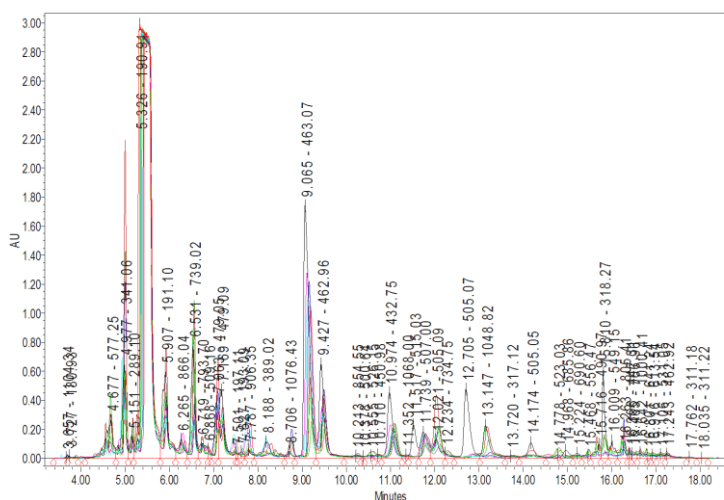
**Figure 6.** UPLC-PDA-MS spectrum of substance 4.

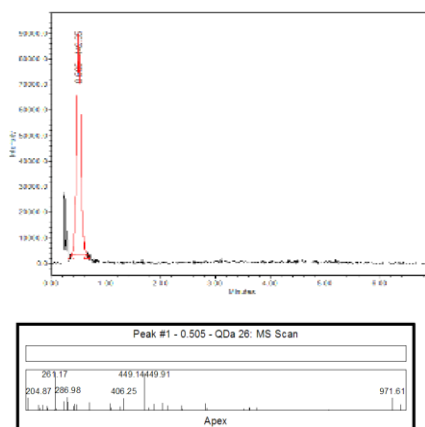
**Substance 5** - has been fixed on chromatogram with  $[M-H]^+$  -  $m/z$  330.96 molecular mass; the retention time is 3,394 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is 276.7 nm, while in the visible area 518 nm (Figure 7). According to the METLIN base of the masses of the compounds, substance 5 corresponds to Malvidin, which empirical formula is  $C_{17}H_{15}O_7$  molecular mass 331.30.





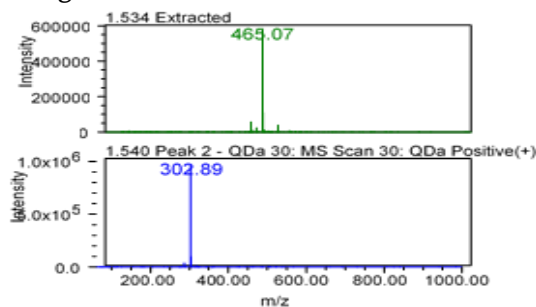
**Figure 7.** UPLC-PDA-MS spectrum of substance 5.





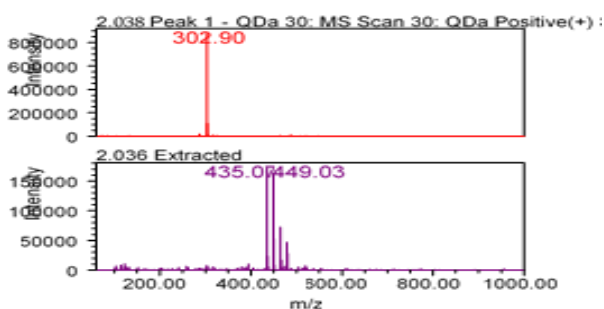
**Figure 10.** Chromatogram of substance 7.

**Substance 8** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  -  $m/z$  465.07 molecular weight fragment  $m/z$  302.89; The retention time is 1,534 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 523 nm (Figure 11). According to the METLIN base of the masses of the compounds, substance 8 corresponds to the dolphinidin-3- O-galactoside, whose empirical formula is  $C_{21}H_{21}O_{12}$ , with a molecular weight of 465.4.



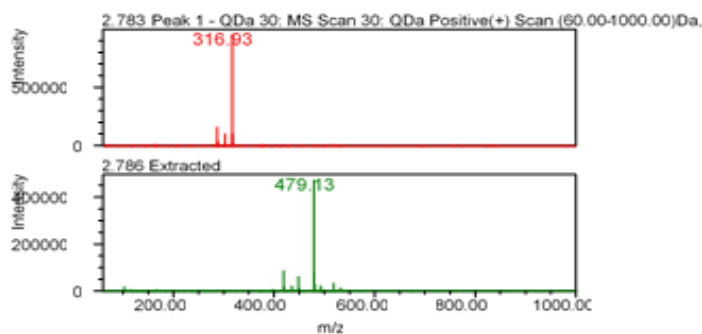
**Figure 11.** Chromatogram of substance 8.

**Substance 9** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  -  $m/z$  435.07 molecular weight fragment  $m/z$  302.90; The retention time is 2,036 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 523 nm (Figure 12). According to the METLIN base of the masses of the compounds, substance 9 corresponds to the dolphinidin-3-O-arabinside, whose empirical formula is  $C_{20}H_{19}O_{11}$  with a molecular weight of 435.4.



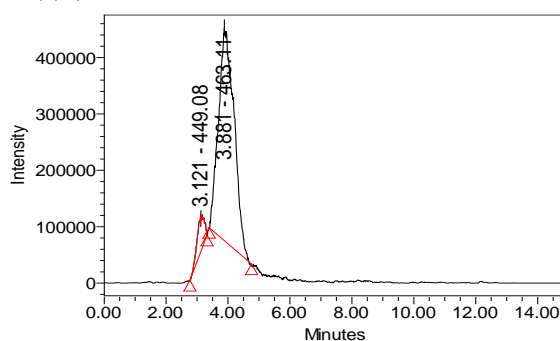
**Figure 12.** Chromatogram of substance 9.

**Substance 10** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  -  $m/z$  479.13 molecular weight fragment  $m/z$  316.93; The retention time is 2,786 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 523 nm (Figure 13). According to the METLIN base of the masses of the compounds, substance 10 corresponds to the petunidin-3-O-galactoside, whose empirical formula is  $C_{22}H_{23}O_{12}$  molecular mass 479.4.



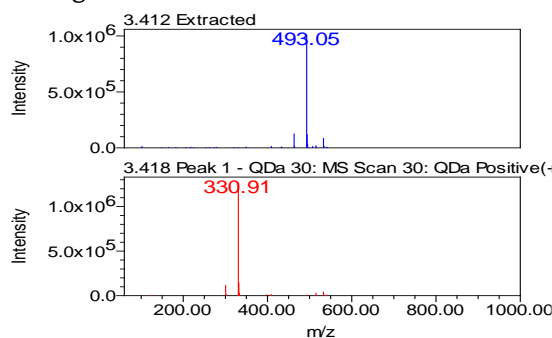
**Figure 13.** Chromatogram of substance 10.

**Substance 11** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  - m / z 449.08 molecular weight fragment m / z 316.93; The retention time is 3,121 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 526 nm (Figure 14). According to the METLIN base of the masses of the compounds, substance 11 corresponds to the petunidin-3-O-arabinside, whose empirical formula is  $C_{21}H_{21}O_{11}$  molecular mass 449.4.



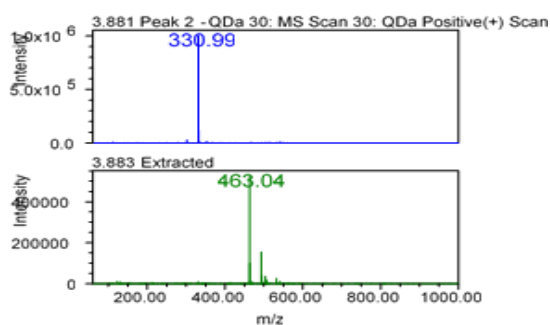
**Figure 14.** Chromatogram of substance 11.

**Substance 12** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  - m / z 493.05 molecular weight fragment m / z 330.91; The retention time is 3,412 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 527 nm (Figure 15). According to the METLIN base of the masses of the compounds, substance 12 corresponds to the malvidin-3-O-galactoside, which empirical formula is  $C_{23}H_{25}O_{12}$ , with a molecular weight of 493.43.



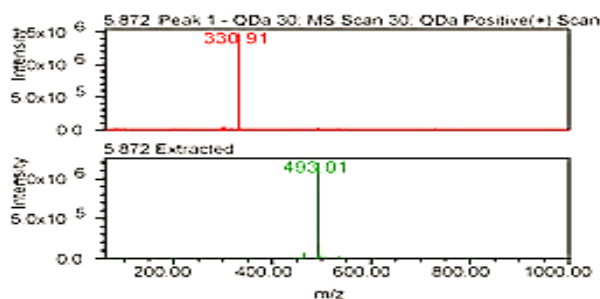
**Figure 15.** Chromatogram of substance 12.

**Substance 13** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  - m / z 463.04 molecular weight fragment m / z 330.99; The retention time is 3,881 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 527 nm (Figure 16). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 13 corresponds to malvidin-3-O-arabinside, whose empirical formula is  $C_{22}H_{23}O_{11}$  molecular mass 463.4.



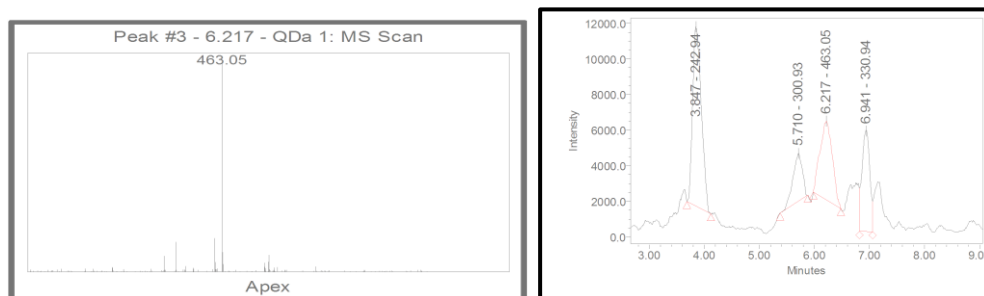
**Figure 16.** Chromatogram of substance 13.

**Substance 14** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  - m / z 493.01 molecular weight fragment m / z 330.91; The retention time is 5,872 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 527 nm (Figure 17). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 14 corresponds to malvidin-3-O-glucoside, the empirical formula of which is  $C_{23}H_{25}O_{12}$  - molecular mass 493.43.



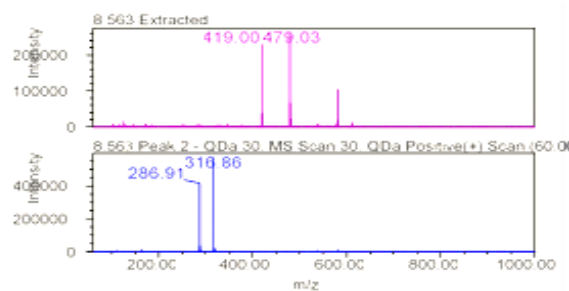
**Figure 17.** Chromatogram of substance 14.

**Substance 15** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  - m / z 463.05 molecular weight fragment m / z 300.93; the retention time is 6,217 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 279 nm, while in the visible area 520 nm (Figure 18). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 15 corresponds to peonidine-3-O-galactoside, whose empirical formula is  $C_{22}H_{23}O_{11}$  molecular mass 463.41.



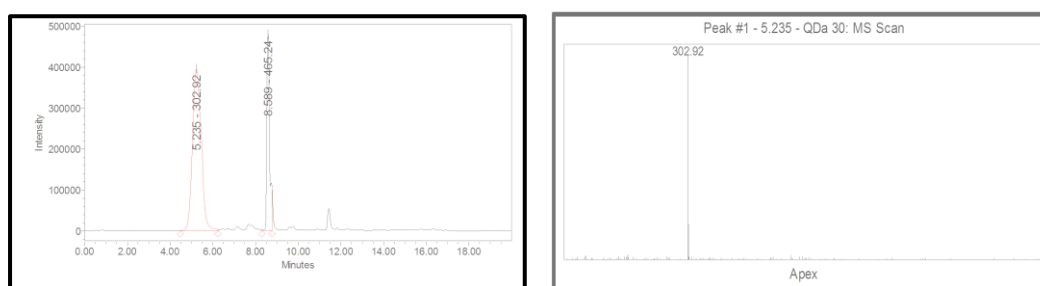
**Figure 18.** Chromatogram of substance 15.

**Substance 16** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  - m / z 419.00 molecular weight fragment m / z 286.91; the retention time is 8,563 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 280 nm, while in the visible area 517 nm (Figure 19). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 16 corresponds to cyanidin-3-O-araboside, the empirical formula of which is  $C_{20}H_{19}O_{10}$  - molecular mass 419.4.



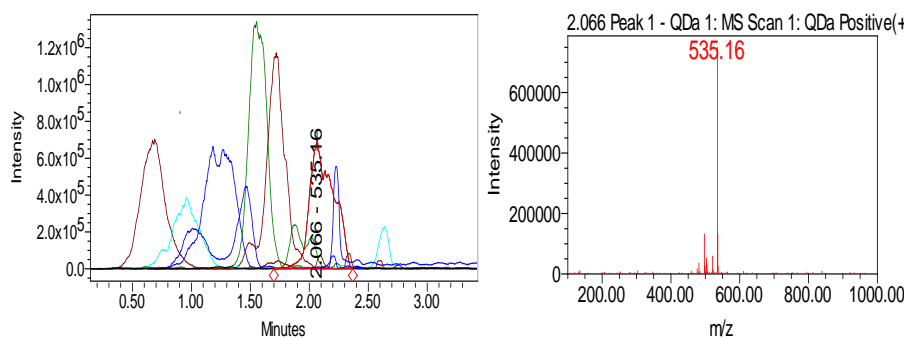
**Figure 19.** Chromatogram of substance 16.

**Substance 17** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  -  $m/z$  465,024 molecular weight fragment  $m/z$  302.03; the retention time is 8,589 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 525 nm (Figure 20). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 17 corresponds to the dolphinidin-3-O-glucoside, whose empirical formula is  $C_{21}H_{21}O_{12}$ , with a molecular weight of 465.4.



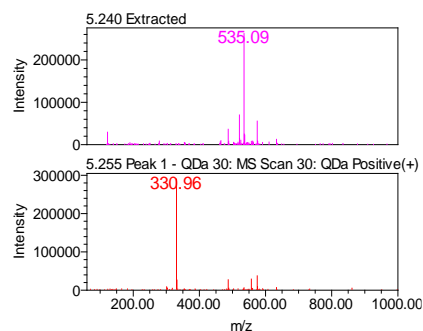
**Figure 20.** Chromatogram of substance 17.

**Substance 18** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  -  $m/z$  535.16 molecular weight fragment  $m/z$  330; the retention time is 2,066 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam being fixed at 276 nm, while in the visible area 527 nm (Figure 21). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 18 corresponds to the malvidin-3- O- (6'' acetyl) galactoside, whose empirical formula is  $C_{25}H_{27}O_{13}$  with a molecular weight of 535.47.



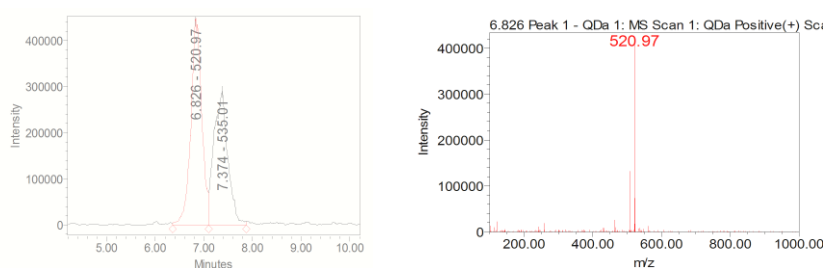
**Figure 21.** Chromatogram of substance 18.

**Substance 19** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  -  $m/z$  535.09 molecular weight fragment  $m/z$  330.96; the retention time is 5,240 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 527 nm (Figure 22). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 19 corresponds to the malvidin-3- O- (6''acetyl) glucoside, whose empirical formula is  $C_{25}H_{27}O_{13}$  with a molecular weight of 535.5.



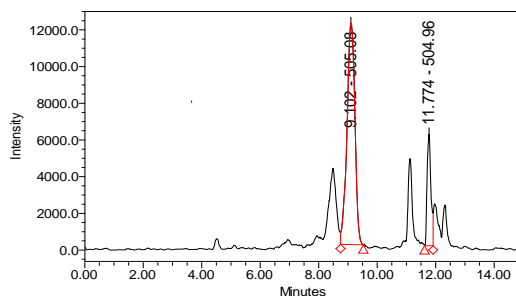
**Figure 22.** Chromatogram of substance 19.

**Substance 20** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  - m / z 520.97 molecular weight fragment m / z 316; the retention time is 6,826 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 526 nm (Figure 23). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 20 corresponds to the petunidin-3- O- (6 " acetyl) glucoside, whose empirical formula is  $C_{24}H_{25}O_{13}$  - the molecular mass is 521.4.



**Figure 23.** Chromatogram of substance 20.

**Substance 21** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  - m / z 505.08 molecular weight fragment m / z 300; the retention time is 9,102 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 526 nm (Figure 24). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 21 corresponds to the peonidine-3- O- (6 " acetyl) galactoside, whose empirical formula is  $C_{24}H_{25}O_{12}$ , with a molecular weight of 505.45.



**Figure 24.** Chromatogram of substance 21 and substance 22.

**Substance 22** - The chromatogram shows  $[M-H]^+$  - m / z 504.96 molecular weight fragment m / z 316; the retention time is 11,774 min, the maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 526 nm (Figure 24). According to the METLIN base of the masses of the compound, substance 22 corresponds to the peonidine-3- O- (6 " acetyl) glucoside, whose empirical formula is  $C_{24}H_{25}O_{12}$ , with a molecular weight of 505.4.

**The content of anthocyanin glycosides in Elizabeth, Reka, Bluegold  
and Brigittaray blueberry varieties.**

Table 5

№	Anthocyanin glycosides	Blueberry Anthocyanins, mg / 100 g			
		Eizabeth	Reka	Bluegold	Brigittaray
1	Cyanidin-3-O-galactoside	10,34±0,21	6,08±0,12	13,93±0,28	8,34±0,17
2	Cyanidin -3-O-glucoside	11,65±0,23	10,74±0,21	4,10±0,08	28,35±0,7
3	Delphinidin-3-O- galactoside	137,15±2,74	125,04±2,5	153,03±3,06	279,91±5,6
4	Delphinidin -3-O-arabinoside	14,56±0,29	12,18±0,24	10,20±0,20	27,08±0,54
5	Petunidin-3-O- galactoside	13,12±0,26	14,61±0,29	4,87±0,10	11,16±0,22
6	Petunidin -3-O- arabinoside	7,68±0,15	4,91±0,10	5,29±0,11	17,48±0,35
7	Malvidin-3-O- galactoside	11,74±0,23	7,46±0,15	8,19±0,16	8,57±0,17
8	Malvidin -3-O- arabinoside	6,72±0,13	4,64±0,09	5,89±0,12	25,70±0,51
9	Malvidin -3-O- glucoside	38,40±0,77	9,72±0,19	15,43±0,31	9,14±0,18
10	Peonidin-3-O- galactoside	15,55±0,31	9,05±0,18	6,34±0,13	14,72±0,29
11	Cyanidin -3-O- arabinoside	6,82±0,14	8,21±0,16	11,06±0,22	11,04±0,22
12	Delphinidin -3-O- glucoside	12,22±0,24	5,13±0,10	7,09±0,14	67,22±1,34
13	Malvidin -3-(6"-acetoyl) galactoside	7,30±0,15	8,06±0,16	29,93±0,60	25,42±0,51
14	Malvidin -3-(6"-acetoyl) glucoside	6,27±0,13	8,93±0,18	11,45±0,23	17,60±0,35
15	Petunidin -3-(6"-acetoyl) glucoside	13,70±0,27	4,59±0,09	7,62±0,15	13,05±0,26
16	Peonidin -3-(6"-acetoyl) galactoside	8,51±0,17	4,76±0,10	7,65±0,15	13,86±0,28
17	Peonidin -3-(6"-acetoyl) glucoside	8,77±0,18	5,41±0,11	6,79±0,14	7,53±0,15
Total		330,50±6,61	249,51±5,0	308,87±6,18	586,16±11,72

**The content of anthocyanin glycosides in Berkeley, Spartan, Legacy and  
Bluecrop blueberry varieties.**

Table 6

№	Anthocyanin glycosides	Blueberry Anthocyanins, mg / 100 g			
		Berkeley	Spartan	Legacy	Bluecrop
1	Cyanidin-3-O-galactoside	3,28±0,07	3,57±0,07	7,48±0,15	15,23±0,30
2	Cyanidin -3-O-glucoside	3,61±0,07	13,73±0,27	15,58±0,31	9,89±0,20
3	Delphinidin-3-O- galactoside	73,77±1,48	93,97±1,88	122,25±2,45	165,00±3,30
4	Delphinidin -3-O-arabinoside	12,65±0,25	6,67±0,13	4,33±0,09	7,08±0,14
5	Petunidin-3-O- galactoside	7,87±0,16	3,55±0,07	9,60±0,19	7,15±0,14
6	Petunidin -3-O- arabinoside	2,80±0,06	6,25±0,12	14,40±0,29	11,87±0,24
7	Malvidin-3-O- galactoside	7,57±0,15	6,69±0,13	4,50±0,09	17,07±0,34
8	Malvidin -3-O- arabinoside	3,22±0,06	6,19±0,12	4,75±0,10	9,23±0,18
9	Malvidin -3-O- glucoside	4,93±0,10	3,28±0,07	7,08±0,14	6,21±0,12
10	Peonidin-3-O- galactoside	6,13±0,12	4,54±0,09	6,95±0,14	9,79±0,20
11	Cyanidin -3-O- arabinoside	6,81±0,14	23,35±0,47	11,70±0,23	7,84±0,16
12	Delphinidin -3-O- glucoside	4,62±0,09	10,83±0,22	8,10±0,16	36,85±0,74
13	Malvidin -3-(6"-acetoyl) galactoside	3,77±0,08	6,50±0,13	5,53±0,11	13,39±0,27
14	Malvidin -3-(6"-acetoyl) glucoside	6,76±0,14	6,40±0,13	7,70±0,15	8,92±0,18
15	Petunidin -3-(6"-acetoyl) glucoside	4,80±0,10	7,61±0,15	7,00±0,14	10,62±0,21
16	Peonidin -3-(6"-acetoyl) galactoside	3,32±0,07	3,30±0,07	5,10±0,10	7,56±0,15
17	Peonidin -3-(6"-acetoyl) glucoside	3,40±0,07	4,28±0,09	5,90±0,12	7,46±0,15
Total		159,31±3,2	210,69±4,21	247,93±4,96	351,16±7,02

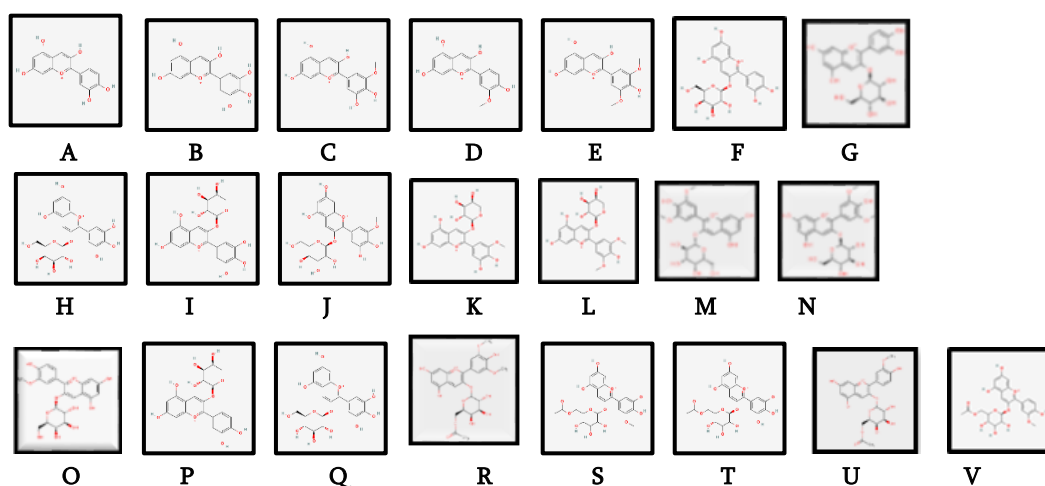


Using the UPLC-MS method there have been identified 17 anthocyanin glycosides: Cyanidin-3-O-galactoside; Cyanidin-3-O-glucoside; Delphinidin-3-O-galactoside; Delphinidin-3-O-arabinoside; Petunidin-3-O-galactoside; Petunidin-3-O-arabinoside; Malvidin-3-O-galactoside; Malvidin-3-O-arabinoside; Malvidin-3-O-glucoside; Peonidin-3-O-galactoside; Cyanidin-3-O-arabinoside; Delphinidin-3-O-glucoside; Malvidin-3-(6''-acetyl)galactoside; Malvidin-3-(6''-acetyl)glucoside; Petunidin-3-(6''-acetyl)glucoside; Peonidin-3-(6''-acetyl)galactoside; Peonidin-3-(6''-acetyl)glucoside (Figure 26; Table 7 and 8).

According to the qualitative content, the content of anthocyanins in blueberries is identical. The difference between them was observed in quantitative content. The dominant anthocyanin glycoside in all blueberry varieties is delphinidin-3-O-galactoside (Fig. 25; tables 5 and 6).

We have identified substances through the free substance mass database <https://metlin.scripps.edu> and also compared data from peer-reviewed literature publications.

#### Data on compounds identified from blueberries.



**Figure 25. Formulas of aglycones and anthocyanin glycosides:** A-Delphinidin; B-Cyanidin; C-Petunidin; D-Peonidin; E-Malvidin; F-Cyanidin-3-O-galactoside; G-Cyanidin-3-O-glucoside; H-Delphinidin-3-O-galactoside; I-Delphinidin-3-O-arabinoside; J-Petunidin-3-O-galactoside; K-Petunidin-3-O-arabinoside; L-Malvidin-3-O-galactoside; M-Malvidin-3-O-arabinoside; N-Malvidin-3-O-glucoside; O-Peonidin-3-O-galactoside; P-Cyanidin-3-O-arabinoside; Q-Delphinidin-3-O-glucoside; R-Malvidin-3-(6''-acetyl)galactoside; S-Malvidin-3-(6''-acetyl)glucoside; T-Petunidin-3-(6''-acetyl)glucoside; U-Peonidin-3-(6''-acetyl)galactoside; V-Peonidin-3-(6''-acetyl)glucoside.

#### Aglicon data of identified compounds

Table 7

Substance	Compound Name	Molecular formula	Molecular weight	[M+H] <sup>+</sup> (m/z)	R <sub>t</sub> (min)
1	Delphinidin	C <sub>15</sub> H <sub>11</sub> O <sub>7</sub>	303,24	302,87	1,625
2	Cyanidin	C <sub>15</sub> H <sub>11</sub> O <sub>6</sub>	287,24	286,89	2,243
3	Petunidin	C <sub>16</sub> H <sub>13</sub> O <sub>7</sub>	317,27	316,91	2,640
4	Peonidin	C <sub>16</sub> H <sub>13</sub> O <sub>6</sub>	301,27	300,94	3,379
5	Malvidin	C <sub>17</sub> H <sub>15</sub> O <sub>7</sub>	331,30	330,96	3,394

## Data of identified anthocyanin glycosides

Table 8

Substance	Compound Name	Molecular formula	[M+H] <sup>+</sup> (m/z)	[M+H] <sup>+</sup> (m/z)	R <sub>t</sub> (min)
6	Cyanidin-3-O-galactoside	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>11</sub>	499,00	286	0,486
7	Cyanidin -3-O-glucoside	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>11</sub>	499,14	286,98	0,505
8	Delphinidin-3-O- galactoside	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>12</sub>	465,07	302,89	1,534
9	Delphinidin -3-O-arabinoside	C <sub>20</sub> H <sub>19</sub> O <sub>11</sub>	435,07	302,90	2,036
10	Petunidin-3-O- galactoside	C <sub>22</sub> H <sub>23</sub> O <sub>12</sub>	479,13	316,93	2,786
11	Petunidin -3-O- arabinoside	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>10</sub>	449,08	316,93	3,121
12	Malvidin-3-O- galactoside	C <sub>23</sub> H <sub>25</sub> O <sub>12</sub>	493,05	330,91	3,412
13	Malvidin -3-O- arabinoside	C <sub>22</sub> H <sub>23</sub> O <sub>11</sub>	463,04	330,99	3,881
14	Malvidin -3-O- glucoside	C <sub>23</sub> H <sub>25</sub> O <sub>12</sub>	493,01	330,91	5,872
15	Peonidin-3-O- galactoside	C <sub>22</sub> H <sub>23</sub> O <sub>11</sub>	463,05	300,93	6,217
16	Cyanidin -3-O- arabinoside	C <sub>20</sub> H <sub>19</sub> O <sub>10</sub>	419,00	286,91	8,563
17	Delphinidin -3-O- glucoside	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>12</sub>	465,02	302,03	8,589
18	Malvidin -3-(6"-acetyl) galactoside	C <sub>25</sub> H <sub>27</sub> O <sub>13</sub>	535,16	330	2,064
19	Malvidin -3-(6"-acetyl) glucoside	C <sub>25</sub> H <sub>27</sub> O <sub>13</sub>	535,09	330,96	5,240
20	Petunidin -3-(6"-acetyl) glucoside	C <sub>24</sub> H <sub>25</sub> O <sub>13</sub>	520,97	316	6,826
21	Peonidin -3-(6"-acetyl) galactoside	C <sub>24</sub> H <sub>25</sub> O <sub>12</sub>	505,08	300	9,102
22	Peonidin -3-(6"-acetyl) glucoside	C <sub>24</sub> H <sub>25</sub> O <sub>12</sub>	505,96	316	11,774

## 2.2. Investigation of blueberry phenolcarboxylic acids on an ultrahigh performance liquid chromatograph with a UPLC mass spectral detector.

The study of phenolic acid in blueberries was carried out on an ultrahigh performance liquid chromatographic mass spectrometer (HPLC -PDA-MS). Solid phase extraction was used to separate the compounds in the resulting concentrate, which includes sampling on a Waters Sep-Pak C18 (500 mg) cartridge. Phenolcarboxylic acids were fractionated with ethyl acetate.

After concentration of the resulting eluant, the sample was filtered through a Waters Acrodisc LC PVDF 13 mm 0.45 µm filter. Water 0.1% formic acid (solvent A) and acetonitrile 0.1% formic acid (solvent B) were used as mobile phases. 2.0 µL of each sample was injected and analyzed at 30 °C. The elution program at 0.20 mL/min was 10% B (0-2 min), 10-60% B (2-14 min), 60% B (14-16 min) followed by a 2 min wash with 100% B and a 5 min re equilibration step. The detection wavelengths were set at 290 and 306 nm. Electrospray ionization in positive and negative mode was used. Samplers temperature 10°C; MS- scan 100- 1100 da; probe 600°C; negative 0.8 kV, Capilarity 1.5 kV, C -20, 40V).

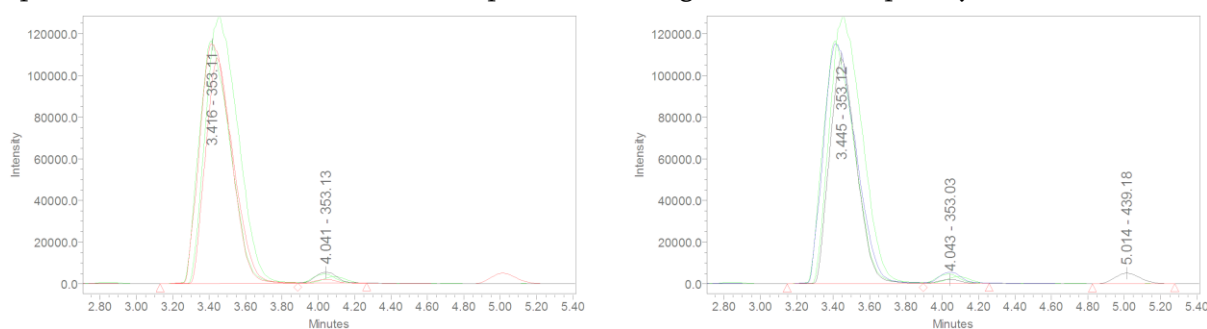


Figure 26. HPLC chromatogram of blueberries with chlorogenic acid.

## Chlorogenic acid content in blueberry fruits

Table 9

Nº	Sample Name Raw fruit	chlorogenic acid mg/g
1	Bluecrop	0,41±0,008
2	Elizabeth	0,49±0,010
3	Reka	0,34±0,007
4	Bluegold	0,39±0,008
5	Duke	0,47±0,009
6	Sunrise	0,36±0,007
7	Berkeley	0,34±0,007
8	Spartan	0,36±0,007
9	Misty	0,38±0,008
10	Legacy	0,33±0,007
11	Toro	0,47±0,009
12	Brigitta-rey	0,50±0,010
13	Chandler	0,57±0,012
14	O'Neal	0,39±0,008
15	Blueray	0,37±0,007
16	Earliblue	0,44±0,009
17	Patriot	0,43±0,009

The HPLC-PDA-MS spectrum showed that blueberry phenolic acid was dominated by chlorogenic acid (m/z 353.11) with a small amount of other phenol carboxylic acids. Chlorogenic acid is fixed in different amounts in different varieties. It ranges from 0.33±0,007 to 0.57±0,012 mg / g units. The highest content was observed in Chandler at 0.57 mg / L and the lowest in Legas at 0.33±0,007 mg/L (Figure 26, table 9).

### 2.3. Carbohydrates and organic acids of blueberries.

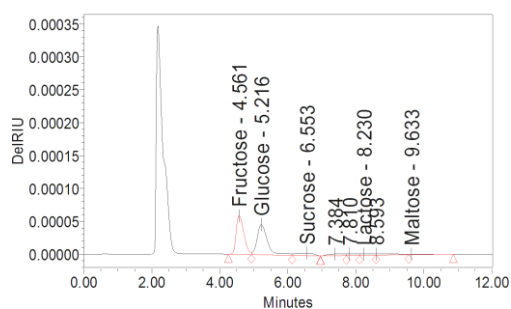
Chemical and organoleptic characteristics of blueberries are largely determined by the qualitative and quantitative content of carbohydrates and organic acids and their variability during ripening. In particular, they influence the formation of taste, color, smell, pH, total acidity and microbiological stability, and also participate in the ongoing biochemical processes during fruit ripening.

In the homeland of the plant, in North America, studies have established the presence of quantitative and qualitative variations in the content of carbohydrates and organic acids in blueberries depending on the variety, genotype, ripening process and other factors. Such studies have not been carried out in our reality.

Therefore, we have used high performance liquid chromatography (HPLC) study of blueberries for all stages of ripening. Solid phase extraction was used to separate the compounds in the resulting concentrate, which included sampling with a Waters Sep-Pak C18 (500 mg) cartridge. Before sampling, the column was activated with methanol, and then the sorbent was equilibrated with water. The next step was sorbent sampling.

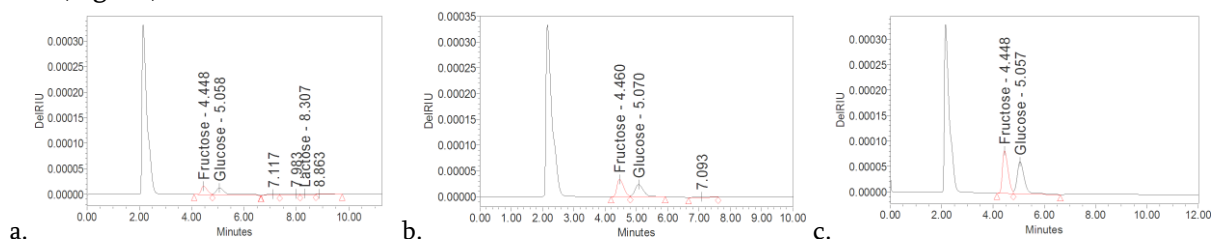
After sampling for the sorbent, the cartridge was treated with acidified (0.1%) water to separate carbohydrates and organic acids, and the resulting fractions were collected to identify compounds. After concentration of the resulting eluent, the sample was filtered through a Waters Acrodisc LC PVDF 13 mm 0.45 µm filter. The study used high performance liquid chromatography (HPLC) - Waters (RI detector, Binary HPLC Pump 1525), chromatographic column with amide (250 mm 4.5 mm) and carbohydrate, column temperature 40°C, eluent 80% acetonitrile (Merck; Sigma ), RI detection.

The dominant sugars were glucose and fructose, while other sugars - sucrose, lactose, maltose - were found in the form of traces (Fig. 27 and 28).



**Figure 27.** Chromatogram of carbohydrates of Bluecrop fruit.

The amount of glucose and fructose in unripe green and red fruits is much less than in ripe fruits (Fig. 28).



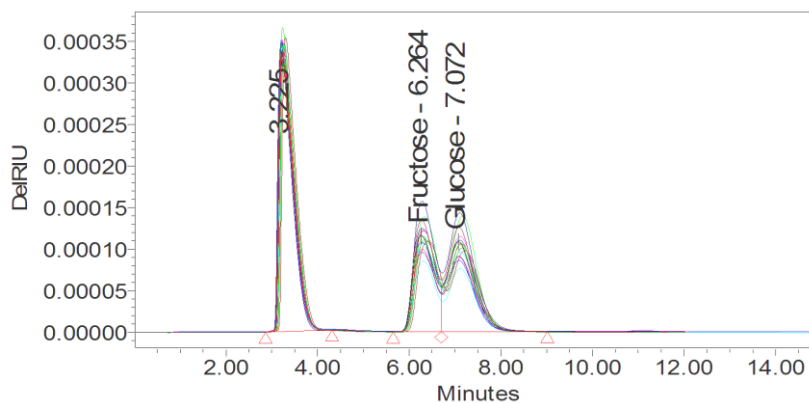
**Figure 28.** (a, b, c). Chromatographic pattern of Erliblue fruit carbohydrates at different stages of fruit ripening: a) immature green fruits, b) immature red fruits and c) mature fruits.

**The content of carbohydrates at different stages of ripening of blueberries.**

Table 10

Carbohydrates	Retention time	Area	Area %	Amount	Units
<b>Immature green fruits</b>					
1	Fructose	4,448	426305	28,32	10,35±0,21 g/kg
2	Glucose	5,058	639974	42,51	15,80±0,32 g/kg
<b>Immature red fruits</b>					
3	Fructose	4,460	815673	49,76	19,80±0,40 g/kg
4	Glucose	5,070	701305	42,78	17,315±0,35 g/kg
<b>Mature fruits</b>					
5	Fructose	4,448	2016995	49,62	48,96±0,98 g/kg
6	Glucose	5,057	2047948	50,38	50,56±1,01 g/kg

The total amount of sugars increases in parallel with fruit ripening: the total amount of sugars in immature green fruits is 26.15 g/kg (2.61%), in immature red fruits 37.11 g/kg (3.71%), and in mature fruits 99.52 g/kg (9.95%) (Fig.28; Table 10).



**Figure 29.** Chromatogram of blueberry fruits of 17 varieties

## Quantitative carbohydrate content of blueberry fruits of different varieties

Table 11

Nº	Name Mature fruits	Fructose g/kg	Glucose g/kg	Total sugars g/kg
1	Reka	44,16±0,88	48,31±0,97	92,47±1,85
2	Spartan	49,46±0,99	51,87±1,04	101,33±2,03
3	Sunrise	48,06±0,96	55,98±1,12	104,05±2,08
4	Toro	50,43±1,01	52,45±1,05	102,88±2,06
5	Misty	43,68±0,87	48,55±0,97	92,23±1,84
6	Duke	53,65±1,07	56,60±1,13	110,25±2,21
7	Brigittaray	35,91±0,72	39,29±0,79	75,20±1,50
8	Blueray	41,11±0,82	43,90±0,88	85,01±1,70
9	Legacy	42,55±0,85	42,78±0,86	85,34±1,71
10	Bluecrop	51,31±1,03	45,25±0,91	96,56±1,93
11	Bluegold	39,28±0,79	35,84±0,72	75,12±1,50
12	Chandler	48,45±0,97	44,60±0,89	93,05±1,86
13	O'Neal	39,67±0,79	35,80±0,72	75,47±1,51
14	Earliblue	45,77±0,92	53,99±1,03	99,76±1,90
15	Elizabeth	43,38±0,87	40,76±0,77	84,14±1,60
16	Berkeley	49,56±0,99	45,99±0,87	95,55±1,82
17	Patriot	41,83±0,82	39,83±0,79	81,66±1,63

There was no significant difference between the content of glucose and fructose in the studied blueberry samples by variety. The increased amount of fructose in fruits and low acidity give them a pleasant taste. The glucose level ranges from 35.80±0.72 g/kg to 56.60±1.13 g/kg, and the fructose level ranges from 35.91±0.72 g/kg to 53.65 g/kg. Duke 110.25 ± 2.21 g/kg has the highest content of total sugars, and Brigittarei 75.20 ± 1.50 g/kg, Bluegold 75.12 ± 1.50 g/kg and Oneil 75.47 ± 1.51 g/kg. (Fig.29; Table 11).

### The content of pectin in blueberries

There are foreign studies on the content of pectin (polysaccharides) in blueberries, since pectin has not only food, confectionery, but also pharmacological significance. We have investigated hydropectin, protopectin and total pectin.

#### Pectin content in blueberry fruits

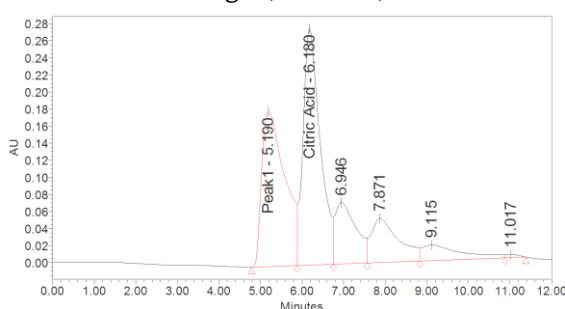
Table 12

Sample Name	Raw fruits		
	Pectin with recalculation on dry weight, %		
	Hydropectin	Protopectin	Common pectin
Chandler	0,94±0,03	2,32±0,06	3,25±0,09
Spartan	1,16±0,03	1,69±0,05	2,85±0,08
Misty	2,13±0,06	5,29±0,14	7,42±0,20
Bluecrop	2,84±0,08	4,12±0,11	6,96±0,19
Bluegold	2,44±0,07	3,14±0,08	5,58±0,15
Berkeley	3,95±0,11	4,59±0,12	8,54±0,23
Elizabeth	1,45±0,04	2,75±0,07	4,20±0,11
Toro	0,70±0,02	2,22±0,06	2,92±0,08
Earliblue	0,59±0,02	1,82±0,05	2,41±0,07
Legacy	0,43±0,01	2,48±0,07	2,91±0,08
Duke	0,50±0,01	2,33±0,06	2,83±0,08
Reka	0,09±0,01	3,52±0,10	3,61±0,10
Brigitta-rey	1,42±0,04	2,63±0,07	4,05±0,11
Sunrise	0,16±0,01	0,26±0,01	0,42±0,01
Blueray	0,30±0,01	0,34±0,01	0,64±0,02
O'Neal	0,21±0,01	0,42±0,01	0,63±0,02

It has been established that the content of hydropectin in all varieties is relatively lower than that of protopectin. The highest amount of total pectin was observed in Berkeley  $8.54\pm 0.23\%$  and Mist  $7.42\pm 0.20\%$ . Sunrise  $0.42\pm 0.11\%$ , Blueray  $0.64\pm 0.02\%$  and O'Neal  $0.63\pm 0.02\%$  had the lowest scores, almost equal numbers for Brigitaray, Reka, Duke, Legacy, Erlielblue, Bluegold, Bluecrop, Spartan, Chandler and Elizabeth (table 12).

### The study of organic acids in blueberries by HPLC

Chromatographic analysis of organic acids was performed using a UV-Vis 2489 detector at 254 nm for L-ascorbic acid and 214 nm for citric acid. A Shodex-KC-811 column was used for separation and 0.1% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> was used as the moving phase. In the study of organic acids in blueberries, high-pressure liquid chromatography revealed citric acid, which quantitatively makes up more than 50% of the total acids (Fig. 30). The amount of citric acid in 17 studied samples of different varieties of blueberries ranged from  $5438\pm 0.13$  to  $11722\pm 0.27$  g/l (Table 13).



**Figure 30.** Chromatogram of organic acids of blueberries  
**Quantitative content of organic acids in fruits of different varieties of blueberries**

Table 13

Nº	Sample Name Raw fruit	Citric acid g / l	sugar / acid index
1	Reka	$6,48\pm 0,15$	$14,27\pm 0,33$
2	Spartan	$7,85\pm 0,18$	$12,90\pm 0,30$
3	Sunrise	$6,60\pm 0,15$	$15,76\pm 0,36$
4	Toto	$9,19\pm 0,21$	$11,19\pm 0,26$
5	Misty	$5,89\pm 0,14$	$15,65\pm 0,36$
6	Duke	$8,75\pm 0,20$	$12,60\pm 0,29$
7	Brigitta-rey	$11,72\pm 0,27$	$6,41\pm 0,15$
8	Blueray	$8,51\pm 0,20$	$9,98\pm 0,23$
9	Legacy	$8,21\pm 0,19$	$10,38\pm 0,24$
10	Bluecrop	$8,73\pm 0,20$	$11,06\pm 0,25$
11	Bluegold	$8,87\pm 0,20$	$8,46\pm 0,19$
12	Chandler	$7,88\pm 0,18$	$11,80\pm 0,27$
13	O'Neal	$6,47\pm 0,15$	$11,66\pm 0,27$
14	Earliblue	$6,98\pm 0,16$	$14,28\pm 0,33$
15	Elizabeth	$5,43\pm 0,13$	$15,49\pm 0,36$
16	Berkeley	$7,05\pm 0,16$	$13,55\pm 0,31$
17	Patriot	$8,38\pm 0,19$	$9,74\pm 0,31$

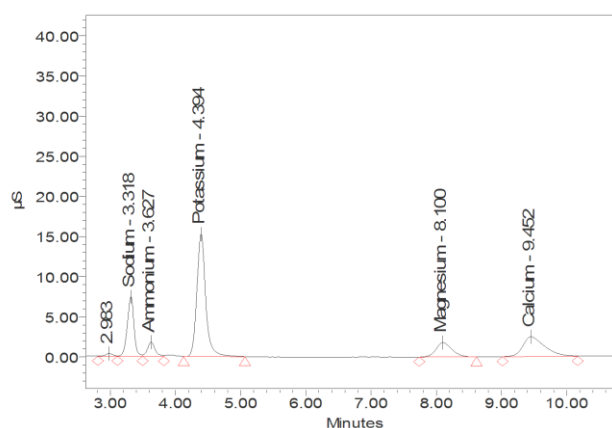
It should be noted that the sugar-acid index is more than 10 in almost all varieties, except for the varieties Brigitaray  $6.41\pm 0.15$ , Blueray  $9.98\pm 0.23$ , Bluegold  $8.46\pm 0.19$  and Patriot  $9.74\pm 0.31$ , which is expressed in a pleasant sweet taste of fruits, all this makes our crop acceptable for the European market.

## 2.4. Investigation of blueberry fruit macroelements by high pressure liquid chromatography

Literature data show that an important component of blueberry fruits is bioelements, which are necessary for the proper functioning of the body. This group of macronutrients includes K, Ca, Mg, P etc.

We studied the macroelement composition of 17 samples of blueberries by high pressure liquid chromatography. We prepared the sample for analysis by preheating 10 g of the sample at high temperature.

The study of cations was carried out by the chromatographic method, conductometric detector. Standards: Strontium nitrate tetrahydrate ( $\text{Sr}^{2+}$ ), barium chloride dihydrate ( $\text{Ba}^{2+}$ ) (Fisher Scientific), EDTA (Serva)(Fig. 31). Isocratic HPLC pump (Waters 1515), detector (Waters 432 - Conductivity), chromatographic column IC-Pak Cation MD, eluent 3 mM  $\text{HNO}_3/0.1$  mM EDTA, eluent conductivity  $1250 \pm 0.50 \mu\text{S}$ , basic sensitivity  $2000 \mu\text{S}$ , integrator sensitivity  $0.01\mu\text{S}$ , column temperature  $35^\circ\text{C}$ , polarity -negative.



**Figure 31.** Chromatogram of standard macronutrient compounds: lithium, sodium, ammonium, potassium, magnesium and calcium ions.

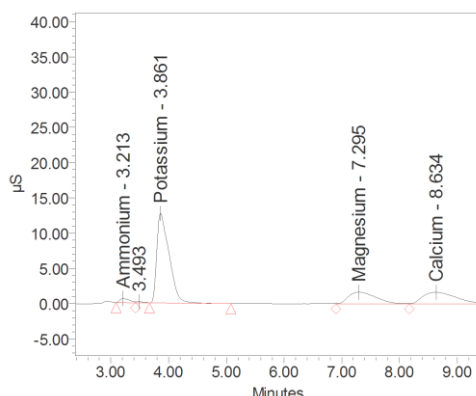
### Ash content in blueberry fruits

Table 14

№	Sample Name Raw fruit	Ash content ppm (By dry mass calculation)
1	Bluecrop	10500±199
2	Elizabeth	8370±159
3	Reka	8710±165
4	Bluegold	7525±142
5	Duke	9150±173
6	Sunrise	7030±133
7	Berkeley	8505±161
8	Spartan	9465±179
9	Misty	6250±118
10	Legacy	5960±113
11	Toro	8415±159
12	Brigitta-rey	11300±214
13	Chandler	5580±106
14	O'Neal	8120±154
15	Blueray	5793±110
16	Earliblue	8700±165
17	Patriot	8120±154



The percentage of ash elements in blueberries ranged from  $5580 \pm 106$  to  $11300 \pm 214$  ppm (in terms of dry weight). Ash content was relatively low in Legacy  $5960 \pm 113$  ppm, Chandler  $5580 \pm 106$  ppm and Blueray  $5793 \pm 110$  ppm and high in Bluecrop  $10500 \pm 199$  ppm and Brigitaray  $11300 \pm 214$  ppm (Table 14).



**Figure 32.** Chromatogram of blueberry Reka ions  
Content of ions in blueberry fruits

Table 15

Nº	Sample Name	Content of ions ppm (by dry mass calculation)		
		K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
1	Bluecrop	2205±41,9	735±14,0	1260±23,9
2	Elizabeth	1758±33,4	586±11,1	1004±19,1
3	Reka	1829±34,8	610±11,6	1045±19,9
4	Bluegold	1580±30,0	527±10,0	903±17,2
5	Duke	1922±36,5	641±12,2	1098±20,9
6	Sunrise	1476±28,0	492±9,3	844±16,0
7	Berkeley	1786±33,9	595±11,3	1021±19,4
8	Spartan	1988±37,8	663±12,6	1136±21,6
9	Misty	1313±24,9	438±8,3	750±14,3
10	Legacy	1252±23,8	417±7,9	715±13,6
11	Toro	1767±33,6	589±11,2	1010±19,2
12	Brigitta-rey	2111±40,1	585±11,1	1720±32,7
13	Chandler	1172±22,3	391±7,4	670±12,7
14	O'Neal	1705±32,4	119±2,3	974±18,3
15	Blueray	1217±23,1	406±7,7	695±13,2
16	Earliblue	1827±34,7	609±11,6	1044±19,8
17	Patriot	1705±32,4	568±10,8	974±18,3

In 17 blueberry samples, mainly potassium, magnesium and calcium ions were identified, the remaining microelements were found in the form of traces (Fig. 32). Between varieties, there is a difference between the indicated dominant ions. The amounts varied as follows: potassium ions  $1172 \pm 22.3$ - $2205 \pm 41.9$  ppm, magnesium  $119 \pm 2.3$ - $735 \pm 14.0$  ppm, calcium  $670 \pm 12.7$ - $1720 \pm 32.7$  ppm. (Table 15). Bluecrop  $2205 \pm 41.9$  g/t, Brigitaray  $2111 \pm 40.1$  g/t, Spartan  $1988 \pm 37.8$  g/t, magnesium ions - in Bluecrop  $735 \pm 14.0$  g/t, Spartan  $663 \pm 12.6$  g/t and Duke  $641.12.2$  g/t, while calcium – in Brigitaray  $1720 \pm 32.7$  g/t, Bluecrop  $1260 \pm 23.9$  g/t and Spartan  $1136 \pm 21.6$  g/t (Table 15).

### Chapter 3. Quantitative analysis and antioxidant activity of total phenols, flavonoids, anthocyanins and catechins of blueberry fruits of different varieties.

There has been studied the content of total phenols, flavonoids, anthocyanins and catechins in raw blueberry fruits of different varieties - Mist, Oneil, Elizabeth, Blueray, Berkeley, Erliblu, Sunrise, Toro, Duke, Legacy, Chandler, Spartan, Reka, Brigitaray, Bluecrop, Bluegold and Patriot.

As for the content of total phenols, the highest indicator has been observed in Chandler  $1376.3 \pm 23.4$  mg/100 g, Bluecrop  $13862.8 \pm 23.2$  mg/100 g and Duke  $1354.8 \pm 23.0$  mg/100 g. Reka  $598.0 \pm 10.2$  mg/100 g and Spartan  $602.1 \pm 10.2$  mg/100 g are characterized by the lowest content. The amount of flavonoids fluctuates from 368.0 to 877.3 mg/100 g (Table 16). Among them, Chandler  $877.3 \pm 17.5$  mg/100 g, Duke  $754.2 \pm 15.1$  mg/100 g and Brigitaray  $798.0 \pm 16.0$  have the highest indicators, while O'Neal  $368.0 \pm 7.4$  mg/100 g has the lowest one. As for the content of catechins, their minimum has been observed in Reka  $100.4 \pm 2.1$  mg/100 g, and the maximum in Duke  $280.6 \pm 5.9$  mg/100 g, Chandler  $226.6 \pm 4.8$  mg/100 g and Toro  $215.4 \pm 4.5$  mg/100 g. (Table 16).

#### Quantitative content of total phenols, flavonoids and catechins in blueberry fruits

Table 16

№	Blueberry varieties	Raw fruit		
		Common phenols calculated on gallic acid Mg / 100 g	Flavonoids calculated on rutin, mg/100 g	Catechins (+) calculated on catechin, mg/100 g
1	Bluecrop	1362,8±23,2	544,7±10,9	187,6±3,9
2	Elizabeth	1015,2±17,3	487,0±9,7	164,0±3,4
3	Reka	598,0±10,2	389,2±7,8	100,4±2,1
4	Bluegold	765,0±13,0	467,0±9,3	165,8±3,5
5	Duke	1354,8±23,0	754,2±15,1	280,6±5,9
6	Sunrise	765,1±13,0	387,2±7,7	127,1±2,7
7	Berkeley	656,9±11,2	377,5±7,6	206,0±4,3
8	Spartan	602,1±10,2	377,2±7,5	167,2±3,5
9	Misty	689,8±11,7	499,9±10,0	208,5±4,4
10	Legacy	754,4±12,8	399,7±8,0	140,2±2,9
11	Toro	1262,8±21,5	740,8±14,8	215,4±4,5
12	Brigitta-rey	1231,8±20,9	798,0±16,0	202,7±4,3
13	Chandler	1376,3±23,4	877,3±17,5	226,6±4,8
14	O'Neal	689,6±11,7	368,0±7,4	107,4±2,3
15	Blueray	804,7±13,7	477,0±9,5	158,7±3,3
16	Earliblu	1003,5±17,1	565,1±11,3	207,2±4,4
17	Patriot	838,8±14,3	379,6±7,6	162,4±3,4

Different varieties of blueberries are characterized by different anthocyanin content. The content of monomeric anthocyanins in Chandler is  $611.7 \pm 11.62$  mg/100 g, followed by Brigitaray  $575.3 \pm 10.93$  mg/100 g and Toro  $505.4 \pm 9.60$  mg/100 g. Among the samples taken for analysis, the content of anthocyanins was the lowest in Berkeley samples -  $161.5 \pm 3.07$  mg/100 g, Sunrise -  $200.1 \pm 3.80$  mg/100 g, almost equal amount was observed in Patriot samples  $207.7 \pm 3.95$  mg/100 g and Spartan  $209.4 \pm 3.98$  mg/100 g (Table 17).

The blueberry fruit extracts taken for analysis are characterized by high antioxidant activity, comparing the results, we can conclude that Chandler is characterized by high antioxidant activity of  $2.4 \pm 0.05$  mg, Toro  $2.6 \pm 0.05$  mg and Brigita Ray  $2.7 \pm 0.06$  mg. Sunrise  $5.5 \pm 0.12$  mg, Mist- $5.5 \pm 0.12$

mg, Spartan  $5.4 \pm 0.11$  mg, Berkeley  $5.7 \pm 0.12$  mg and Legas  $5.4 \pm$  have similar antioxidant activity.  $0.11$  mg, while Oneil  $6.1 \pm 0.13$  mg and Patriot  $6.0 \pm 0.13$  mg have low activity (Table 17).

Studies show that there is a correlation between the amount of monomeric anthocyanins and antioxidant activity.

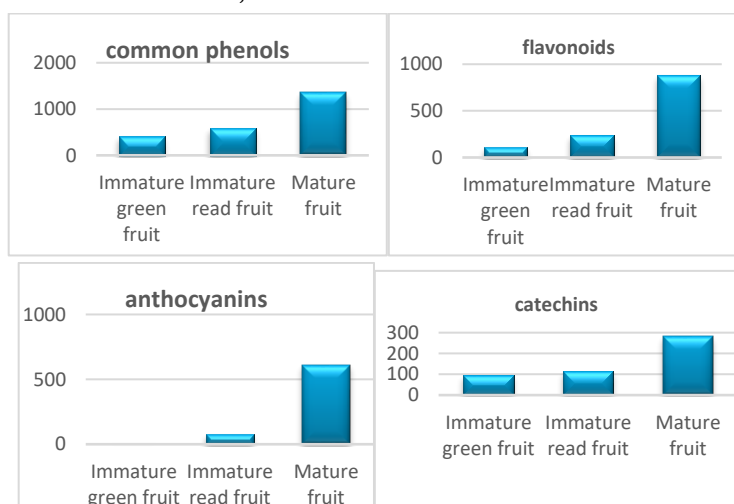
#### Quantitative content of anthocyanins and antioxidant activity in blueberry fruits

Table 17

№	Blueberry	Raw fruit	
		Monomeric anthocyanins calculated on cyanidin-3-O-glucoside, mg / 100 g	Antioxidant activity 50% (mg, sample)
1	Bluecrop	347,1±6,59	3,1±0,07
2	Elizabeth	320,2±6,08	3,9±0,08
3	Reka	248,8±4,73	6,1±0,13
4	Bluegold	299,2±5,68	4,2±0,09
5	Duke	443,6±8,43	3,7±0,08
6	Sunrise	200,1±3,80	5,5±0,12
7	Berkeley	161,5±3,07	5,7±0,12
8	Spartan	209,4±3,98	5,4±0,11
9	Misty	281,4±5,35	5,5±0,12
10	Legacy	250,5±4,76	5,4±0,11
11	Toro	505,4±9,60	2,6±0,05
12	Brigitta-rey	575,3±10,93	2,7±0,06
13	Chandler	611,7±11,62	2,4±0,05
14	O'Neal	242,6±4,61	6,1±0,13
15	Blueray	310,3±5,90	3,8±0,08
16	Earliblue	351,9±6,69	3,3±0,07
17	Patriot	207,7±3,95	6,0±0,13

Based on these studies, a recommendation with a view to further extension can be given to Chandler, Brigitaray, Toro, Duke and Bluecrop.

The quantitative changes of biologically active substances in blueberry fruits during ripening have been studied as well (diagram 4). Studies show that raw materials were taken in three stages: green immature fruits, red immature and mature ones. The total amount of phenols during maturation increased almost 3 times, catechins - 5 times, flavonoids - 9 times. As for anthocyanins, the high content of which is characteristic of blueberries, it increased from 0 to 600 units.



**Diagram 4.** Dynamics of biologically active compounds in blueberries during ripening.

As can be seen from the diagrams, anthocyanins are not observed at all in immature green fruits, and the content of biologically active compounds increases with ripening.

## Chapter 4. Study of biologically active compounds of Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L) fruits.

We have studied the native bilberry variety *Vaccinium arctostaphylos* L. Samples were taken in Adjara and Imereti. The fruits of the local Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L) are black in color and round in shape. Caucasian bilberries differ from bilberries by smaller size, weighing  $0.89\pm 0.02$  -  $0.94\pm 0.02$  g, with a diameter of  $9.43\pm 0.14$  -  $9.75\pm 0.15$  mm (Table 18). For the study, we have taken a sample weighing 500 g and determined its technical parameters: the output of juice was determined - it ranged from 85-95%.

### Technical characteristics of fruits of Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L)

Table 18

№	Caucasian bilberry	Technical characteristics of Caucasian bilberry						
		Color	Form	Berry size, mm		Berry mass, g	Berry volume, ml	Taste
				Bunches height	Bunches width			
1	Kobuleti	black	Round	$9,87\pm 0,15$	$9,75\pm 0,15$	$0,94\pm 0,02$	$0,89\pm 0,01$	Sourish
2	Imereti	black	Round	$9,54\pm 0,14$	$9,43\pm 0,14$	$0,89\pm 0,02$	$0,82\pm 0,01$	Sourish

### Physical-chemical characteristics of fruits of Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L)

Table 19

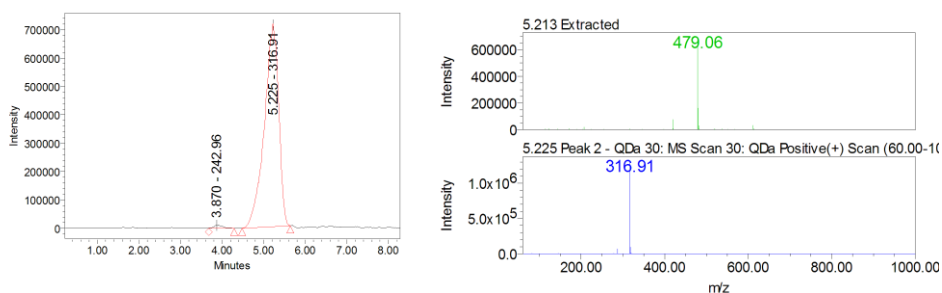
№	Caucasian bilberry	Physical-chemical characteristics of fruit		
		Activity acidity, pH	Titration acidity by citric acid (pH 8.1) %	Brix, %
1	Kobuleti	$3,28\pm 0,07$	$1,09\pm 0,03$	$8,0\pm 0,7$
2	Imereti	$3,15\pm 0,07$	$0,87\pm 0,02$	$8,0\pm 0,17$

When studying Caucasian bilberry samples taken in Imereti and Kobuleti, we found that the active acidity and the amount of dry matter are similar, despite different climatic conditions, and as for titratable acidity, its indicator in samples taken in the Kobuleti region is higher than in Imereti, which is probably due to the continental climate of Imereti (Table 19).

### Isolation and identification of anthocyanins from Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L) fruits by ultra-high pressure liquid chromatography with diffraction and mass detector.

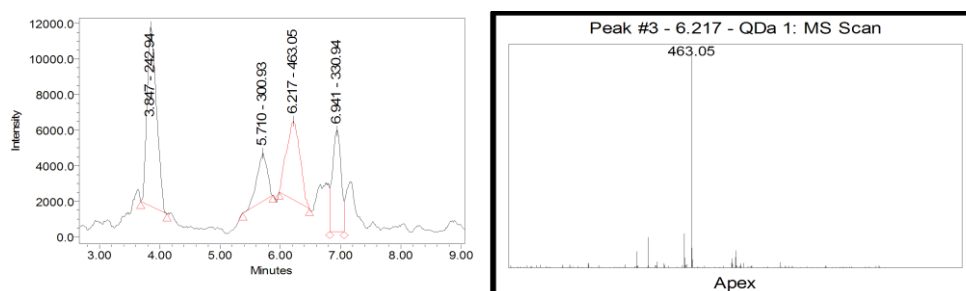
For the first time, we studied the content of anthocyanins in the fruits of Caucasian bilberries, common in Western Georgia, in particular in Imereti and Adjara, using high performance liquid chromatography (HPLC) and an ultra high performance liquid chromatography-MSCh (MSCh) detector.

**Substance 23** - is identified on the chromatogram as  $[M-H]^+$  -  $m/z$  479.06 of molecular weight, fragment -  $m/z$  316.91; retention time 5213 min, maximum absorption in ultraviolet light 276 nm, while in the visible area 526 nm (Fig. 33). According to the mass base of the METLIN compound, substance 23 corresponds to petunidine-3-O-glucoside, the empirical formula of which is  $C_{22}H_{23}O_{12}$ , molecular weight 478.



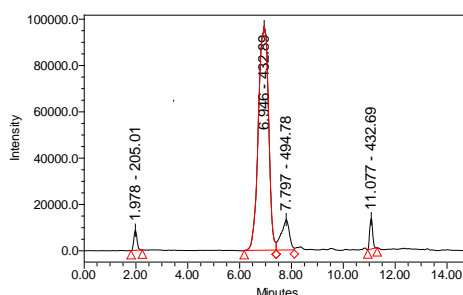
**Figure 33.** Chromatogram of substance 23

**Substance 24-** is identified on a chromatogram as  $[M-H]^-$  -  $m/z$  463.05 of molecular weight, fragment -  $m/z$  300.93; retention time is 6,217 min, maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 276 nm, while in the visible area 527 nm (Figure 34). According to the METLIN base of the compound masses, substance 24 corresponds to the peonidine-3-O-glucoside, the empirical formula of which is  $C_{22}H_{23}O_{11}$ , molecular mass 462.



**Figure 34.** Chromatogram of substance 24

**Substance 25** - is identified on a chromatogram as  $[M-H]^-$  -  $m/z$  432,89 of molecular weight fragment  $m/z$  301.07; retention time is 6,946 min, maximum absorption at the ultraviolet beam is fixed at 279 nm, while in the visible area 527 nm (Figure 35). According to the METLIN base of the compound masses, substance 25 corresponds to peonidine-3-O-arabinside, the empirical formula of which is  $C_{21}H_{21}O_{10}$ , molecular mass 431.



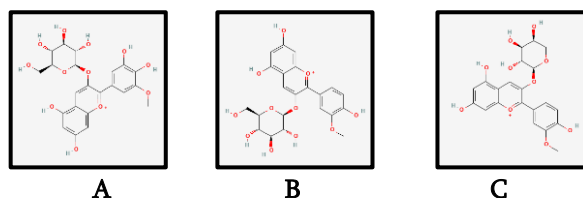
**Figure 35.** Chromatogram of substance 25

We have identified substances through the free database of substances <https://metlin.scripps.edu>, as well as comparing data from peer-reviewed literary publications.

**Substance 23, 24 and 25 mass spectral data**

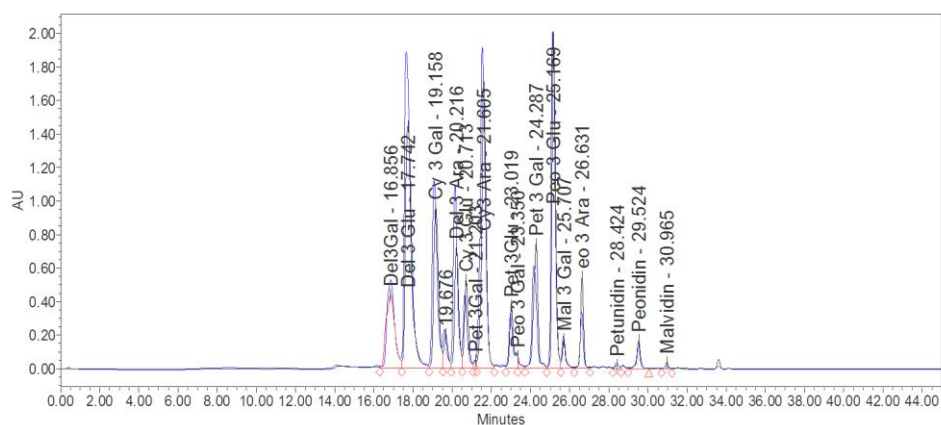
Substance	Name	Molecular formula	$[M+H]^+$ ( $m/z$ )	$[M+H]^+$ ( $m/z$ )	$R_t$ (min)
23	Petunidin-3-O-glucoside	$C_{22}H_{23}O_{11}$	479.06	316.91	5.213
24	Peonidin-3-O-glucoside	$C_{22}H_{23}O_{11}$	463.05	300.93	6.250
25	Peonidin-3-O-arabinside	$C_{21}H_{21}O_{10}$	432.89	300.97	6.946

Table 20



**Figure 36. Formulas of anthocyanin-glycosides: A - Petunidin-3-O-glucoside; B - Peonidin-3-O-glucoside; C - Peonidin-3-O-arabinoside.**

18 anthocyanin glycosides have been identified in blueberry samples gathered in Imereti. The predominant glycosides were: delphinidin-3-O-glucoside 112.2±2.24 mg/100g, cyanidin-3-O-arabinoside 92.99±1.86 mg/100g, and peonidin-3-O-glucoside 88.42±1.77 mg/100g; there was a small amount of Malvidin -3-(6"-acetyl) galactoside 0.98±0.02 mg/100g (Fig. 37; Table 21).

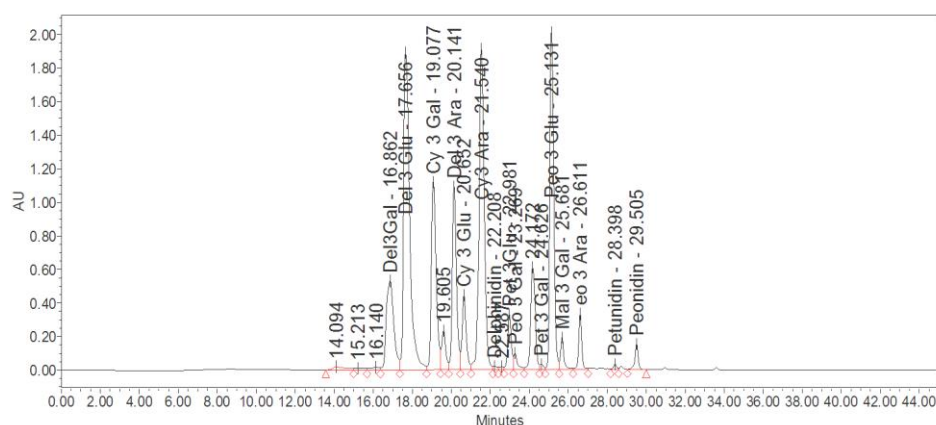


**Figure 37. HPLC chromatogram of anthocyanins from Caucasian bilberries gathered in Imereti scan. 518 nm.**

**Chromatographic data of anthocyanins from the fruits of the Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L), gathered in Imereti**

Table 21

	Name	Retention time	Area %	Amount	Unit
1	Delphinidin-3-O-galactoside	16.856	8.14	46,00±0,92	Mg/100g
2	Delphinidin -3-O-glucoside	17.742	19.86	112,2±2,24	Mg/100g
3	Cyanidin -3-O- galactoside	19.158	10.02	56,61±1,13	Mg/100g
4	Delphinidin -3-O-arabinoside	20.216	6.38	36,04±0,72	Mg/100g
5	Cyanidin -3-O- glucoside	20.713	4.41	24,91±0,50	Mg/100g
6	Petunidin-3-O- galactoside	21.203	0.25	1,41±0,03	Mg/100g
7	Cyanidin -3-O- arabinoside	21.605	16.46	92,99±1,86	Mg/100g
8	Petunidin -3-O- glucoside	23.019	3.18	17,96±0,36	Mg/100g
9	Peonidin -3-O- galactoside	23.350	0.32	1,80±0,04	Mg/100g
10	Petunidin -3-O- arabinoside	24.287	7.10	40,11±0,80	Mg/100g
11	Peonidin -3-O- glucoside	25.169	15.65	88,42±1,77	Mg/100g
12	Malvidin-3-O- galactoside	25.707	1.30	7,34±0,15	Mg/100g
13	Peonidin -3-O- arabinoside	26.631	3.45	19,49±0,39	Mg/100g
14	Malvidin -3-(6"-acetyl) galactoside	27.050	0.17	0,98±0,02	Mg/100g
15	Malvidin -3-(6"-acetyl) glucoside	27.400	0.22	1,26±0,03	Mg/100g
16	Petunidin -3-(6"-acetyl) glucoside	27.657	0.97	5,51±0,11	Mg/100g
17	Peonidin -3-(6"-acetyl) galactoside	28.424	0.38	2,07±0,04	Mg/100g
18	Peonidin -3-(6"-acetyl) glucoside	29.524	0.80	4,53±0,09	Mg/100g



**Figure 38.** HPLC chromatogram of anthocyanins of Caucasian bilberries collected in Kobuleti scan. 518 nm

In bilberry samples collected in Kobuleti, there have been identified 17 anthocyanin glycosides. In contrast to the composition of the Imereti samples, petunidin-3-0-galactoside was not identified in the samples of the Kobuleti blueberry. The predominant glycosides were delphinidin-3-0-glucoside  $146.65 \pm 2.93$  mg/100g, cyanidin-3-0-arabioside  $124.56 \pm 2.49$  mg/100g and peonidin-3-0-glucoside  $101.9 \pm 2.04$  mg/100g; there was observed a small amount of Peonidin -3-(6"-acetyl)galactoside  $0.81 \pm 0.02$  mg/100g (Fig. 38; Table 22).

**Anthocyanins of Caucasian bilberry fruits (*Vaccinium arctostaphylos* L) collected in Kobuleti**

Table 22

№	Name	Retention time	Area %	Amount	Unit
1	Delphinidin -3-0- galactoside	16.862	7.31	$49,56 \pm 0,99$	Mg/100g
2	Delphinidin -3-0- glucoside	17.656	21.63	$146,65 \pm 2,93$	Mg/100g
3	Cyanidin-3-O- galactoside	19.077	10.08	$68,34 \pm 1,37$	Mg/100g
4	Delphinidin -3-0- arabinoside	20.141	8.51	$57,69 \pm 1,15$	Mg/100g
5	Cyanidin -3-O- glucoside	20.652	3.35	$22,71 \pm 0,45$	Mg/100g
6	Cyanidin -3-O- arabinoside	21.540	18.36	$124,56 \pm 2,49$	Mg/100g
7	Petunidin -3-0- glucoside	22.981	2.19	$14,85 \pm 0,30$	Mg/100g
8	Peonidin-3-0- galactoside	23.269	0.71	$4,81 \pm 0,10$	Mg/100g
9	Petunidin -3-0- galactoside	24.172	5.31	$36,02 \pm 0,72$	Mg/100g
10	Peonidin -3-0- glucoside	25.131	15.02	$101,9 \pm 2,04$	Mg/100g
11	Malvidin-3-O- galactoside	25.681	1.21	$8,21 \pm 0,16$	Mg/100g
12	Peonidin -3-0- arabinoside	26.611	1.92	$13,02 \pm 0,26$	Mg/100g
13	Malvidin -3-(6"-acetyl) galactoside	27.102	0.16	$1,08 \pm 0,02$	Mg/100g
14	Malvidin -3-(6"-acetyl) glucoside	27.400	0.38	$2,57 \pm 0,05$	Mg/100g
15	Petunidin -3-(6"-acetyl) glucoside	27.657	0.31	$2,10 \pm 0,04$	Mg/100g
16	Peonidin -3-(6"-acetyl) galactoside	28.029	0.12	$0,81 \pm 0,02$	Mg/100g
17	Peonidin -3-(6"-acetyl) glucoside	29.721	0.17	$1,15 \pm 0,02$	Mg/100g

The study revealed differences in the quality composition of Caucasian bilberries and blueberries. They differ from each other in 5 anthocyanin glycosides, in particular, among Caucasian bilberries, there have not been found anthocyanins characteristic of blueberries: malvidin-3-O-glycoside (m/s493/331), malvidin-3-O-arabioside (m/s493/331). Petunidin-3-0-glucoside, peonidin-3-0-glucoside and peonidin-3-0-arabioside, which were identified in Caucasian bilberries, were not found in blueberries. As shown by UPLC studies, the content of anthocyanin glycosides in bilberry samples collected in the Kobuleti region, with the exception of a few, is somewhat higher than in bilberry samples taken in Imereti.

**Antioxidant activity and quantitative analysis of common phenols, flavonoids, anthocyanins and catechins of Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L).**

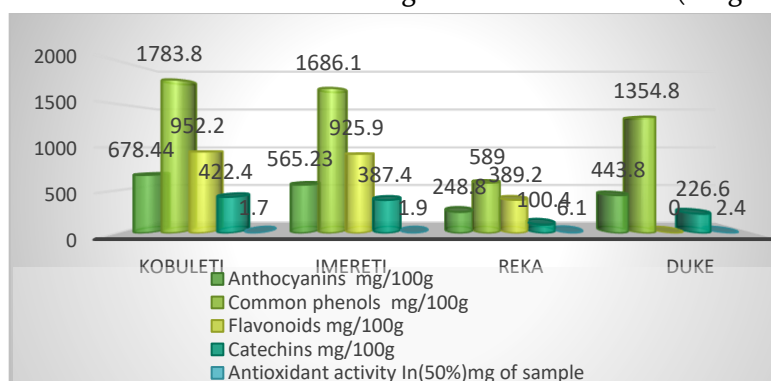
We have studied and compared the quantitative composition of the main subclasses of phenolic compounds in Caucasian blueberries with different distribution areas. It has been established that there is a big difference between the samples collected in Kobuleti and Imereti in terms of the content of anthocyanins and total phenols. In the samples collected in Kobuleti, these compounds are 100 units more than in the Imereti samples, which cannot be said about flavonoids and catechins (Table 23).

**Antioxidant activity and quantitative analysis of total phenols, flavonoids, anthocyanins and catechins of Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L).**

Table 23

Biologically active compounds	Caucasian bilberry Kobuleti	Caucasian bilberry Imereti
Anthocyanins calculated on cyanidin-3-O-glucoside mg/100 g	678,44±12,89	565,23±10,73
Common phenols calculated on gallic acid in mg/100 g	1783,8±30,32	1686,1±28,66
Flavonoids calculated on rutin, mg/100 g	952,2±19,04	925,9±18,51
Catechins (+) – calculated on catechins mg/100 g	422,4±8,87	387,4±8,13
Antioxidant activity in (50%) mg of sample	1,7±0,03	1,9±0,03

We get a different picture when comparing bilberry samples. In terms of the content of total phenols, flavonols, anthocyanins and catechins and antioxidant activity in the fruits of Caucasian blueberries, they are almost one and a half times higher than in bilberries (Diagrama5).



**Diagram 5.** Antioxidant activity and quantitative content of total phenols, flavonoids, anthocyanins, catechins in Caucasian bilberries and blueberries.

When comparing the qualitative and quantitative composition of phenolic compounds of the Caucasian bilberry (*Vaccinium arctostaphylos* L) with the composition of blueberries, it was found that they qualitatively differ in 5 glycosidic compounds. New for blueberry species substances (petunidin-3-O-glucoside; peonidin-3-O-glucoside; peonidin-3-O-arabinoside) were found and identified in Caucasian bilberry fruits; their structure was determined. The comparison showed that Caucasian bilberries are richer in biologically active compounds than blueberries and have higher antioxidant activity. We compared the chemical and biochemical composition of samples taken in different areas of blueberry distribution. Qualitative differences were not observed, but in terms of quantitative indicators, in samples of Caucasian bilberries taken in Imereti, where the continental climate prevails,



there was a smaller amount of biologically active substances and less antioxidant activity than in samples collected in Kobuleti. Thus, among 19 samples studied by us, the highest content of biologically active compounds and, as a result, high antioxidant activity, are peculiar to the fruits of the Caucasian bilberry, common in the territory of Kobuleti.

### Chapter 5. Changes in the chemical composition of Caucasian bilberries (*Vaccinium arctostaphylos* L) and blueberries during storage and processing.

Blueberries, like all berries, are perishable due to their delicate structure. And this, in turn, requires post-harvest storage and temperature-controlled processing, which will facilitate the consumption of blueberries throughout the year. As already mentioned, blueberries are distinguished by a high content of biologically active compounds and, as a result, high antioxidant activity. It requires compliance with optimal conditions during processing and storage, which contributes to the maximum preservation of the quality of berries.

Freshly picked blueberry fruits were pre-sorted - the stalks, leaves, damaged and infected fruits were removed; the selected fruits were washed with running water, then drained and placed in a cool place at an optimum temperature of 0 ° C to 5 ° C, so that the fruits could dry out from the water, then they were frozen to -45 °C and finally stored at -25 °C.

The change of biologically active compounds and antioxidant activity under different conditions of fruit storage was studied. We examined raw fruits stored at 5 °C for 2 weeks, at -25 °C for one, three, six and nine months.

#### The content of total phenols in fruits of Caucasian bilberries and blueberries under various storage conditions

Table 24

Berry fruit extract	Common phenols calculated on gallic acid Mg / 100 g (on dry mass) Storage under different conditions					
	Freshly picked raw fruit	Raw fruit stored at 5°C after 2 weeks	Raw fruit stored at -25°C after 1 month	Raw fruit stored at -25°C after 3 months	Raw fruit stored at -25°C after 6 months	Raw fruit stored at -25°C after 9 months
Bluecrop	1362,8±23	1287,2±21,9	1358,9±23,1	1360,9±23,1	1341,8±22,8	1307±22,2
Elizabeth	1015,2±17,3	973,9±16,6	1005,9±17,1	1003,7±17,1	999,8±17,0	993,9±16,9
Reka	598±10,2	486,2±8,3	595±10,1	574,1±9,8	563,5±9,6	558,2±9,5
Bluegold	765±13,0	668,3±11,4	761±12,9	760,2±12,9	745,1±12,7	731,9±12,4
Duke	1354,8±23,0	1217,8±20,7	1389,5±23,6	1354,5±23,0	1349,6±22,9	1347,9±22,9
Sunrise	765,1±13,0	661,7±11,2	755,1±12,8	757,3±12,9	749,8±12,7	741,3±12,6
Berkeley	656,9±11,2	549,6±9,3	650,1±11,1	592,9±10,1	587,4±10,0	581±9,9
Spartan	602,1±10,2	541±9,2	604,9±10,3	589±10,0	577,25±9,8	571,2±9,7
Misty	689,8±11,7	645,9±11,0	680,81±11,6	680,9±11,6	675±11,5	670,9±11,4
Legacy	754,4±12,8	640±10,9	744,6±12,7	750,5±12,8	742,05±12,6	723,8±12,3
Toro	1262,8±21,5	1136,5±19,3	1242,1±2,11	1256,2±21,4	1209,9±20,6	1189,5±20,2
Brigitta-rey	1231,8±20,9	1018,7±17,3	1221,2±20,8	1222,4±20,8	1211,7±20,6	1197,9±20,4
Chandler	1376,3±23,4	1323,4±22,5	1366,3±23,2	1348,7±22,9	1332,4±22,7	1327,6±22,6
O'Neal	689,5±11,7	587,7±10,0	675,7±11,5	670,1±11,4	664,8±11,3	664,1±11,3
Blueray	804,7±13,7	750,8±12,8	806,1±13,7	800,9±13,6	796,92±13,5	792,1±13,5
Earliblue	1003,5±17,1	907,9±15,4	1009,5±17,2	995,2±16,9	990,92±16,8	979,2±16,5
Patriot	838,8±14,3	689,7±11,7	822,6±14,0	820,2±13,9	814,5±13,8	810,3±13,8
Caucasian bilberry Kobuleti	1783,8±30,3	1572,5±26,7	1743,6±29,6	1743,4±29,6	1725±29,3	1709,7±29,1
Caucasian bilberry Imereti	1686,1±28,8	1521,8±25,9	1679,2±28,4	1667,4±28,3	1656±28,2	1635,5±27,8

The total content of phenols in blueberries was determined at different periods of storage at different temperature conditions. As mentioned above, the fruits of wild blueberries are characterized by a high content of common phenols, the content of which is 3 times higher than the content of phenolic compounds of some introduced blueberry varieties. The content of phenols in samples stored at temperatures above 5°C, compared with the original sample, after two weeks decreased by 4-18%. High phenol levels were maintained at Elizabeth and Chandler, and the highest losses were observed at Patriots and Reka (Table 24).

In samples stored at -25°C, the total phenol content decreased slightly - from 0.41% to 25%. There are also varieties in which, after a month of storage, a slight increase in the amount of phenolic compounds was also observed. These are the varieties: Duke, Spartan, Earliblue, and in samples stored for 3, 6 and 9 months, there is a slight decrease in the content of total phenols (Table 24).

### The content of flavonoids in fruits of Caucasian bilberries and blueberries under various storage conditions

Table 25

Berry fruit extract	Flavonoids calculated on rutin Mg / 100 g (on dry mass)					
	Storage under different conditions					
	Freshly picked raw fruit	Raw fruit stored at 5°C after 2 weeks	Raw fruit stored at -25°C after 1 month	Raw fruit stored at -25°C after 3 months	Raw fruit stored at -25°C after 6 months	Raw fruit stored at -25°C after 9 month
Bluecrop	544,7±10,9	499,8±10,0	545,2±10,9	531,8±10,6	503,8±10,1	486,7±9,7
Elizabeth	487,0±9,7	341,2±6,8	455,2±9,1	443,0±8,9	413,3±8,3	397,0±7,9
Reka	389,2±7,8	305,9±6,1	382,3±7,6	362,4±7,2	342,4±6,8	301,4±6,0
Bluegold	467,0±9,3	379,2±7,6	469,1±9,4	449,7±9,0	423,2±8,3	394,4±7,9
Duke	754,2±15,1	618,4±12,4	745,0±14,9	738,0±14,8	721,8±14,4	709,9±14,2
Sunrise	387,2±7,7	345,0±6,9	377,1±7,5	368,9±7,4	352,7±7,1	331,0±6,6
Berkeley	377,5±7,6	292,4±5,9	277,5±5,6	274,9±5,5	255,5±5,1	244,6±4,9
Spartan	377,2±7,5	224,9±4,5	304,8±6,1	300,7±6,0	270,1±5,4	264,3±5,3
Misty	499,9±10,0	354,4±7,1	479,2±9,6	413,0±8,3	402,4±8,0	369,0±7,4
Legacy	399,7±8,0	276,2±5,5	386,7±7,7	337,0±6,7	310,8±6,2	297,1±5,9
Toro	740,8±14,8	600,4±12,0	739,0±14,8	725,0±14,5	701,3±14,0	679,6±13,6
Brigitta-rey	798,0±16,0	690,5±13,8	770,0±15,4	756,8±15,1	694,5±13,9	676,5±13,5
Chandler	877,3±17,5	692,4±13,8	876,2±17,5	815,3±16,3	792,7±15,9	706,8±14,1
O'Neal	368,0±7,4	295,0±5,9	370,1±7,4	348,3±7,0	304,7±6,1	261,4±5,2
Blueray	477,0±9,5	401,2±8,0	455,2±9,1	443,0±8,9	413,3±8,3	397,0±7,9
Earliblue	565,1±11,3	499,8±10,0	545,2±10,9	531,8±10,6	503,8±10,1	486,7±9,7
Patriot	379,6±7,6	291,2±5,9	366,8±7,3	323,0±6,5	309,8±6,2	300,1±6,0
Caucasian bilberry Kobuleti	952,2±19,0	822,4±16,4	956,2±19,1	905,3±18,1	862,7±17,3	833,8±16,7
Caucasian bilberry Imereti	925,9±18,3	787,4±15,7	910,5±18,2	890,0±17,8	836,9±16,7	800,3±16,0

The content of flavonoids in blueberry fruits was determined at different periods of storage at different temperature conditions. The content of flavonoids in samples stored at temperatures above 5°C decreased from about 8% to 30% after two weeks. A relatively high loss of flavonoids was observed in Legacy (30%) and the lowest in Bluecrop (8%) (Table 25).

In samples stored at -25°C, the content of flavonoids decreased slightly with increasing storage time. In samples stored for 9 months, the lowest flavonoid content, at about 6%, was observed in Duke, and the highest, at about 28%, in O'Neal (Table 25).

Studies have shown that the amount of anthocyanins during storage of fruits at 5°C for two weeks and at -25°C for 1 month practically does not change, and in fruits stored at -25°C for three months, the number of anthocyanins increased from 0.22% to 13% (Table 26). With an increase in the

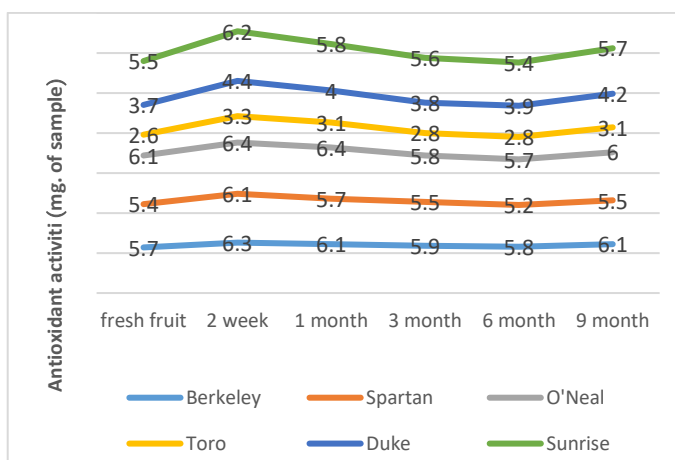
storage time, this amount gradually decreased, but was relatively higher than the initial indicator. It can be explained by the fact that with a decrease in temperature, physiological processes occur that facilitate the transformation of proanthocyanidins.

**The content of anthocyanins in fruits of Caucasian bilberries and blueberries under various storage conditions.**

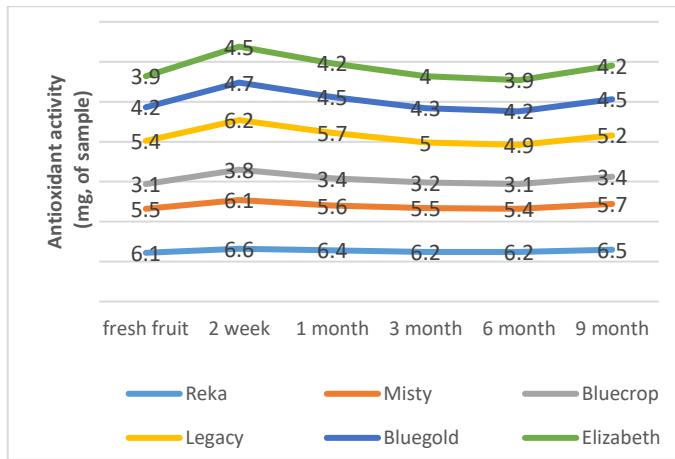
Table 26

Berry fruit extract	Anthocyanins calculated on cyanidin-3 glucoside Mg / 100 g (dry mass)					
	Storage under different conditions					
	Freshly picked raw fruit	Raw fruit stored at 5°C after 2 weeks	Raw fruit stored at -25°C after 1 month	Raw fruit stored at -25°C after 3 month	Raw fruit stored at -25°C after 6 months	Raw fruit stored at -25°C after 9 months
Bluecrop	347,1±6,6	304,7±5,9	333,8±6,3	349,7±6,6	356,9±6,8	354,7±6,7
Elizabeth	320,2±6,1	300,4±5,7	305,5±5,9	320,9±6,1	347,7±6,6	333,9±6,3
Reka	248,8±4,7	209,2±4,0	207,7±3,9	237,3±4,5	236,9±4,5	224,6±4,3
Bluegold	299,2±5,7	267,4±5,1	288,6±5,5	290,5±5,5	291,2±5,5	275,0±5,2
Duke	443,6±8,4	400,1±7,6	437,7±8,3	462,6±8,8	460,1±8,7	446,3±8,6
Sunrise	200,1±3,8	167,8±3,2	197,3±3,7	210,4±4,0	227,9±4,3	214,3±4,1
Berkeley	161,5±3,1	149,4±2,8	147,2±2,8	169,9±3,2	170,4±3,2	174,6±3,3
Spartan	209,4±4,0	190,1±3,6	202,7±3,9	222,4±4,2	238,3±4,5	227,9±4,3
Misty	281,4±5,3	238,6±4,5	280,4±5,3	278,7±5,3	263,3±5,0	229,7±4,4
Legacy	250,5±4,8	210,2±4,0	247,7±4,7	259,3±4,9	256,9±4,9	236,6±4,5
Toro	505,4±9,6	500,2±9,5	500,2±9,5	520,8±9,9	505,4±9,6	498,3±9,5
Brigitta-rey	575,3±10,9	560,7±10,7	557,4±10,6	563,7±10,7	591,1±11,2	592,0±11,2
Chandler	611,7±11,6	576,6±11,0	613,1±11,6	627,7±11,9	610,2±11,6	591,1±11,2
O'Neal	242,6±4,6	213,3±4,1	222,7±4,2	273,7±5,2	271,4±5,2	243,3±4,6
Blueray	310,3±5,9	301,0±5,7	300,7±5,7	312,9±5,9	346,5±6,6	343,6±6,5
Earliblue	351,9±6,7	299,6±5,7	323,7±6,2	347,1±6,6	386,4±7,3	374,2±7,1
Patriot	207,7±3,9	180,0±3,4	200,2±3,8	212,7±4,0	228,1±4,3	217,5±4,1
Caucasian bilberry Kobuleti	724,3±13,8	699,9±13,3	717,7±13,6	762,2±14,5	763,9±14,5	741,4±14,1
Caucasian bilberry Imereti	698,4±13,3	676,4±12,9	695,5±13,2	724,4±13,8	731,9±13,9	699,9±13,3

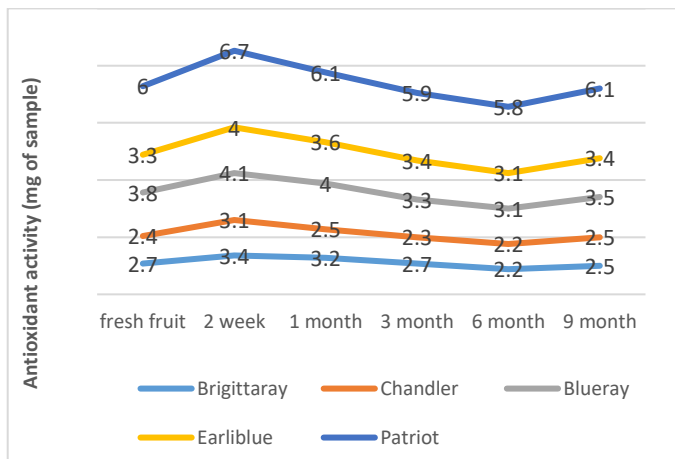
**Antioxidant activity - Inhibition under various storage conditions.**



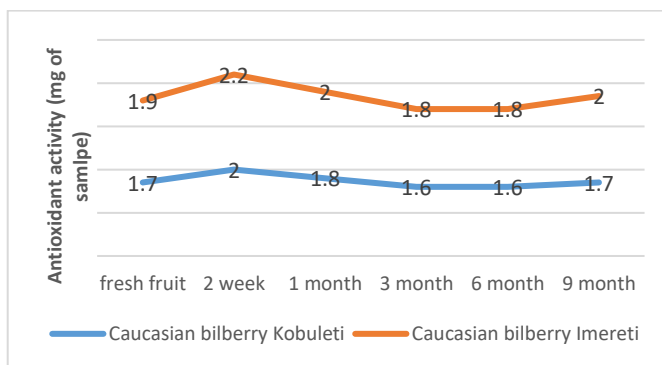
**Diagram 6.** Antioxidant activity of blueberries (Berkeley, Spartan, O'Neal, Toro, Duke, Sunrise) under various storage conditions.



**Diagram 7.** Antioxidant activity of blueberries (Reka, Misty, Bluecrop, Legacy, Bluegold, Elizabeth) under different storage conditions.



**Diagram 8.** Antioxidant activity of blueberries (Brigittaray, Chandler, Blue-ray, Earliblue, Patriot) under different storage conditions.

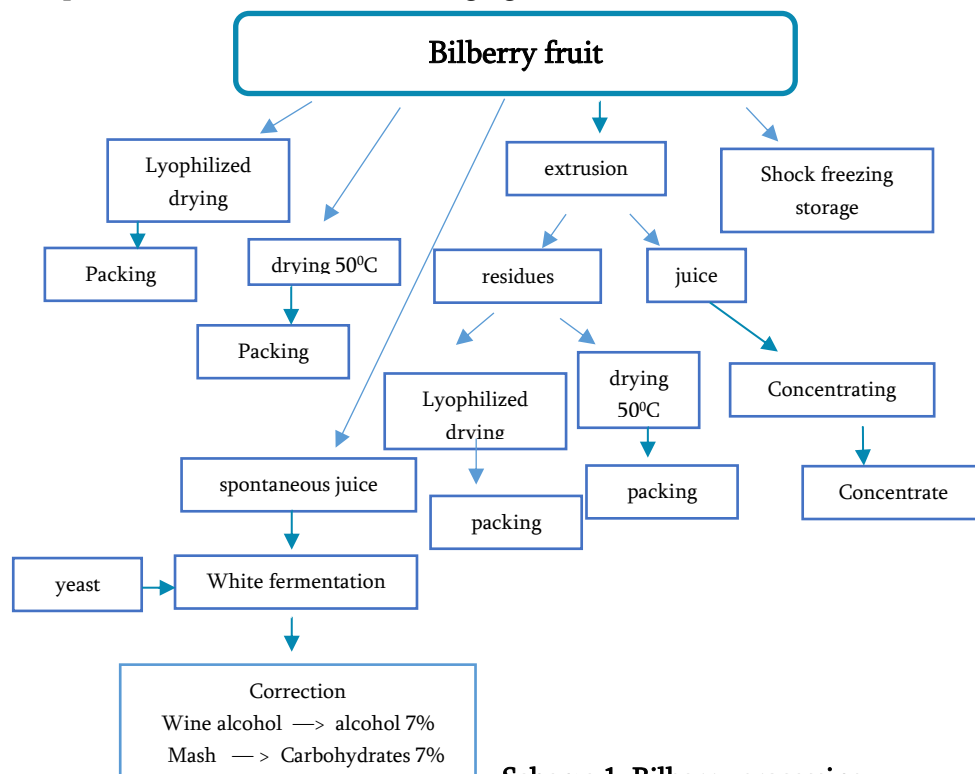


**Diagram 9.** Antioxidant activity of Caucasian bilberries under different storage conditions

Diagrams 6 - 9 show how the antioxidant activity of blueberries changes under different storage conditions. It decreases in samples stored at 5°C for two weeks and gradually increases in samples stored at -25°C, which correlates with anthocyanin content.

**Processing of Caucasian bilberry fruits.** The total mass of the samples provided for analysis was 11,215 kg, of which fruits 9,535 kg (85% of the total mass), juice 1.25 l (11.14% of the total mass), leaf 0.430 kg (3.86%) % of total weight).

As the above studies have shown, the biological activity of blueberries is determined by anthocyanins, which have high antioxidant activity. Anthocyanins were determined according to Europharmacope by calculating cyanidin-3-glucoside chloride. The content of anthocyanins in processed bilberries is 1044.57 mg/kg.



**Scheme 1. Bilberry processing.**

**The fruits**, which accounted for 85% of the total sample, were processed, namely, the resulting juice, juice concentrate and the resulting residue were dried, one part was convected, and the other part was lyophilized.

Production of convection dried and crushed bilberries (**drying of bilberries at 5°C**). Under these conditions, 161 g of dry product (anthocyanin content 3426.18 mg/kg) were obtained from 1 kg of raw fruits, and 258 g (anthocyanin content 5027.86 mg/kg) of dry product were obtained from 1 kg of crushed fruits.

Dried bilberry fruits in a lyophilized way. From 1 kg of raw fruits, this method yielded 143.5 g of dry product (anthocyanin content 6044.57 mg/kg), and from 1 kg of crushed fruit, 180 g of dry product was obtained (1% anthocyanin content 8217.27 mg/kg) . The moisture content of the dried samples did not exceed 10%.

According to the content of anthocyanins in dried products, preference is given to lyophilized drying. The content of anthocyanins is almost 2 times higher in lyophilized dried products.

**Obtaining juice.** The fruit was crushed, but not grinded, so as not to damage the pulp. The juice yield was 60 - 62.5%, water-soluble compounds in the resulting juice - Brix 7.9 - 8.1% (extract compounds 7.3 - 7.35%), titratable acidity 5.21 - 5.24%, content of anthocyanins 140 - 145 mg/l.

**Production of juice concentrate.** The juice was concentrated in vacuum conditions (40-45°C). Concentrate production reduces juice volume by 7 (55% Brix) - 9 times (60% Brix), which is 1956.82

mg/kg. Thus, the remains are an important secondary raw material for the production of anthocyanin extract. It should also be noted that the remains are virtually sugar-free, which is the optimal condition for maximum release and concentration of anthocyanins.

80% ethyl alcohol was used as an extractant to obtain an anthocyanin extract; extraction was carried out three times in an ultrasonic bath (without heating). At the first stage of multiple extraction, 83% of anthocyanins were extracted. Therefore, a single extraction of residues is possible, and the extracted residues, which are mainly a cellulose mass, can be used in the confectionery industry as an anthocyanin-containing additive.

Water-soluble compounds in spontaneously obtained juice, the so-called Brix, was 7.6% (extract compounds 7.3%), anthocyanin content - 191.67 mg/l. Part of the juice was used as **bilberry wine material**, respectively, culture yeast and an activator were added, and the content of anthocyanins in the resulting "wine" was 188.02 mg/l. As a result of alcoholic fermentation, up to 4-4.5% ethyl alcohol were accumulated. This figure did not reflect the organoleptic characteristics of the product, and ethyl alcohol (wine) and grape mash (65%) were added to adjust.

**The content of anthocyanins and antioxidant activity in bilberries, juice and products derived from them**

Table 27

Nº	Name	anthocyanins	antioxidant activity, 50% inhibition mg. Sample
1	bilberry fruit	1044.57±19,8	2.0±0,04
2	bilberry self-extracting juice	140±2,7	2.9±0,06
3	Juice concentrate	1305±24,8	1.83±0,04
4	Crushed fruit	1956.18±37,2	1.61±0,03
5	Dried fruit 50 °C	3426.18±65,1	1.27±0,03
6	Dried crushed fruit 50 °C	5027.86±95,5	1.10±0,02
7	lyophilized dried fruit	6044.57±114,8	1.07±0,02
8	lyophilized dried crushed fruit	8217.24±156,1	1.01±0,02
9	Wine	189,92±3,6	2,7±0,06

In a number of products obtained as a result of processing, both lyophilized dried and crushed raw fruits are characterized by high antioxidant activity (Table 27).

## Conclusions:

1. There have been studied the chemical composition of 17 species of blueberries introduced in western Georgia: Bluecrop, Elizabeth, Reka, Bluegold, Duke, Sunrise, Berkeley, Spartan, Mist, Legacy, Toro, Brigita-Ray, Chandler, O'Neill, Blueray, Earlyblue and Patriot. 17 anthocyanin glycosides have been identified from blueberry fruits using UPLC-PDA-MS method: cyanidin-3-O-galactoside; Cyanidin-3-O-glucoside; delphinidin-3-O-galactoside; delphinidin-3-O-arabinoside; petunidine-3-O-galactoside; petunidine-3-O-arabinoside; malvidin-3-O-galactoside; malvidin-3-O-arabinoside; malvidin-3-O-glucoside; peonidin-3-O-galactoside; Quinidine-3-O-arabinoside; delphinidin-3-O-glucoside; malvidin-3-(6"-acetyl)galactoside, malvidin-3-(6"-acetyl)glucoside; petunidin-3-(6"-acetyl)glucoside, peonidine-3-(6"-acetyl)galactoside; Peonidin-3-(6"-acetyl)glucoside and 5 aglycones: petunidin, peonidin, malvidin, delphinidin and cyanidin. Blueberries grown in Georgia have been found to differ in anthocyanin composition from blueberries grown in Canada, Korea, Western Europe, China and the United States. Similarities were observed only with the results of a study conducted in Romania.
2. For the first time, we have studied the anthocyanin content of *Vaccinium arctostaphylos* L, a local species of Caucasian blueberry, common in western Georgia, in two regions of Adjara, using UPLC-PDA-MS chromatography; 17 glycosides have been identified in the samples of blueberries taken for research, and 18 – in the samples collected in Imereti. They differ only in one anthocyanin - petunidin-3-O-galactoside. The predominant anthocyanins in all samples were delphinidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-O-arabinoside and peonidin-3-O-glucoside.
3. A qualitative difference in anthocyanins was observed between the composition of Caucasian bilberry *Vaccinium arctostaphylos* L and blueberry. In particular, anthocyanins characteristic of blueberries - malvidin-3-O-glucoside (m / z 493 / 331) and malvidin-3-O-arabinoside (m / z 465,32 / 331) were not identified in Caucasian blueberries, while petunidine-3-O-glucoside, peonidine-3-O-glucoside and peonidine-3-O-arabinoside, found in Caucasian bilberry, were not identified in blueberry fruit.
4. There have been determined the physical and chemical parameters of different varieties of blueberries harvested in 2015-2018 as well; these data are similar and fluctuate within the limits of dry matter 9.5 - 10.1%, active acidity 3.16 - 3.68 and titratable acidity 0.54 - 0.66%, which is probably due to the same spring-summer optimal temperature conditions during this period. Comparing the data of blueberry fruits brought to us with the data of fruits grown in North America, Korea and Europe, it was found that their dry matter content is 2-3% lower than in fruits from North America, and does not differ much from blueberry data. grown in Korea and Western Europe, and the titratable acidity is lower than in the data of foreign studies.
5. Phenolcarboxylic acids, carbohydrates and organic acids were analyzed by UPLC-PDA-MS. Chlorogenic acid is the predominant phenolic carbonic acid in blueberries. Chlorogenic acid in different varieties ranges from  $0.33\pm 0.007$  to  $-0.57\pm 0.012$  mg/g. This result is similar to data from studies conducted in the United States. From monosaccharides, glucose and fructose were identified, from organic acids - citric acid (more than 50% of acids), and other phenolic acids, organic acids and carbohydrates were found in the form of traces.
6. Pectin and protopectin were examined by gravimetric method. The largest numbers were observed in Berkeley  $8.54\pm 0.23\%$  and Mist  $7.42\pm 0.20\%$ .
7. When determining the sugar-acid index in the fruits of different varieties of blueberries, it was found that the crop grown in our country corresponds to the demand of the European market (sugar-acid

index is more than 10) for blueberries, with the exception of the variety - Brigita Rey  $6.41 \pm 0.15$ , Blue ray  $9.98 \pm 0.23$ , Bluegold  $8.46 \pm 0.19$  and Patriot  $9.74 \pm 0.31$  where the sugar-acid index is below 10.

8. The study of ash elements in fruits showed that the percentage ranges from  $5580 \pm 106$  to  $11300 \pm 214$  ppm. The content of potassium ions in fruits is  $1172 \pm 22.3$  -  $2205 \pm 41.9$  ppm, magnesium ions  $119 \pm 2.3$  -  $735 \pm 14.0$  ppm, calcium ions  $670 \pm 12.7$  -  $1720 \pm 32.7$  ppm, the remaining trace elements are found in the form of traces. In blueberries cultivated in our country, the content of potassium ions is almost 2 times higher than in Northern Europe, and 1.5 times lower than those of blueberries grown in South America and North Africa.

9. There have been studied the relationship between the quantitative content of total phenols, flavonoids, catechins, anthocyanins and antioxidant activity in 17 blueberry varieties with fruit ripening phases and the varieties themselves. The content of total phenols ranges from  $1376.3 \pm 23.4$  mg/100 g to  $598.0 \pm 10.2$  mg/100 g, flavonoids from 368.0 to 877.3 mg/100 g, catechins from  $280.6 \pm 5.9$  mg/100 g to  $100.4 \pm 2.1$  mg/100 g, anthocyanins -  $611.7 \pm 11.62$  mg/100 g -  $161.5 \pm 3.07$  mg/100 g, and antioxidant activity  $2.4 \pm 0.05$  - within  $-6.0 \pm 0.13$  mg. The following varieties are distinguished by the content of phenolic compounds and a high content of antioxidants - Chandler, Brigita-Ray, Toro, Duke and Bluecrop. When studying three stages of maturation, the amount of total phenols during maturation increased by 3 times, catechins - by 5 times, flavonoids - by 9 times, anthocyanins - from 0 to 600 mg/100 g. In terms of the quantitative content of biologically active compounds and antioxidant activity, the indicators of introduced varieties are similar to the data of American and European research, and it is more than 2 times higher than the Korean data.

10. There was established the quantitative content of anthocyanins  $678.44 \pm 12.89$  -  $565.23 \pm 10.73$  mg/100g, total phenols  $1783,8 \pm 30,32$  -  $1686,1 \pm 28.66$  mg/100g, flavonols  $952.2 \pm 19.04$  -  $925.9 \pm 18.51$  mg/100 g, catechins  $422.4 \pm 8.87$  -  $387.4 \pm 8.13$  mg/100 g and antioxidant activity  $1.7 \pm 0.03$  -  $1.90.03$  in common blueberry *Vaccinium arctostaphylos* L. It has been established that the fruits of Caucasian bilberry contain almost 1.5 times more biologically active compounds and 2-2.5 times more antioxidant activity than blueberries; the data on the distribution area differ slightly. It has been established that the data of the Caucasian blueberry growing in the territory of Kobuleti are higher compared to the data of the Imereti region.

11. Various fruit storage conditions (temperature and duration) were tested in order to maintain and improve the basic chemical parameters of blueberries. It has been proven that the optimal storage conditions are raw fruits - storage at a temperature of  $-25^{\circ}$  C for 1-3 months, at which the content of phenolic compounds decreases slightly, the amount of anthocyanins almost doubles, and the content of antioxidants increases by 0.5 times, which in correlation with the content of anthocyanins.

12. A technological scheme for the processing of Caucasian blueberries *Vaccinium arctostaphylos* L. has been developed. In the resulting products - blueberry fruits, blueberry juice, juice concentrate, blueberry brans, dried fruits  $50^{\circ}$  C, dried brans  $50^{\circ}$  C, lyophilized dried fruits ( $84^{\circ}$  C), lyophilized dried brans ( $84^{\circ}$  C), blueberry wine - it was found that of all these products, both lyophilized dried brans  $1.01 \pm 0.02$  and whole fruits  $1.07 \pm 0.02$  are characterized by the highest antioxidant activity.

#### **The works published on the basis of Dissertation:**

1. 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.



2. M.Khakhutaishvili; I.Djaparidze; M.Vanidze. (2016)."Study of carbohydrates and organic acids of blueberry fruit introduced in Georgia by high pressure liquid chromatography". Journal „ag-roNews” (ISSN2346-8467).

3. М.Хахутаишвили; М. Ванидзе. (2015). „Anthocyanins and antioxidant activity of blueberry wild and cultivars grown in Ajara“ К.А. Timiryazev Institute of Plant Physiology Russian academy of Sciences IX International Symposium Phenolic compounds: Fundamental and Applied Aspects, Moscow, Russia. 159-162.

#### **Participation in International Scientific Conferences:**

1. 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.

2. M.Khakhutaishvili; I.Djaparidze; M.Vanidze; A.Kalandia. (2016). "Variability of blueberry anthocyanins and antioxidants during storage" Third Scientific Conference, "Natural and synthetic biologically active substances" 160-161.

3. M.Khakhutaishvili; M.Vanidze. (2015)."Blueberry Anthocyanins grown in Adjara". Georgia Kutaisi. Fourth International Scientific-Practical Internet Conference "Problems of Biosafety Food Products and Business Environment".