

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი  
ქიმიის დეპარტამენტი

მაია ხარაძე

დასავლეთ საქართველოსავტოქონური ვაზის ჯიშების ფენოლური ნაერთები

(წარდგენილია ქიმიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
სპეციალობა: ბიოორგანული ქიმია)

ა ნ ო ტ ა ც ი ა

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

აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი AP/96/13 და 216816). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს

**Scientific Adviser:** მაია ვანიძე

ასოცირებული პროფესორი, ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი

**Foreign Reviewer:**

**ემრე მენტესი**

ასოცირებული პროფესორი, რეჯეფ თაიფ ერდოღანის უნივერსიტეტი, მეცნიერებისა და ხელოვნების ფაკულტეტი ორგანული ქიმიის დეპარტამენტი,

**Dissertation Experts:**

**ინგა ბოჭოძე**

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

**მაია ციკოლია**

ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი. „ბიოსიოს“ კრეატიული დირექტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მოწვეული პედაგოგი.

**ქეთევან დოლიძე**

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

სადისერტაციო ნაშრომის დაცვა შედგება 2019 წლის ..... ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე. მისამართი: ქ. ბათუმი, ნინოშვილის ქ. № 35 უნივერსიტეტის პირველი სართული .... აუდიტორია.

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

## შესავალი

**თემის აქტუალობა.** დასავლეთ საქართველოს მეღვინეობის რეგიონები - იმერეთი, აჭარა, სამეგრელო და გურია საუკუნეების მანძილზე აყალიბებდა და ქმნიდა ქართული ღვინის კულტურას. საქართველოს მევენახეობის სხვადასხვა ზონებში ყურძნისა და ღვინის ხარისხობრივ მაჩვენებლებს სხვადასხვა ფაქტორები განაპირობებს. მათ შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ჯიშობრიობას, მაგრამ არანაკლებ მნიშვნელოვანია ნიადაგურ-კლიმატური ფაქტორი, ნალექების რაოდენობა და ჰაერის ტემპერატურა. ნიადაგურ - კლიმატური ფაქტორი ასახავს ჰპოვებს, როგორც ყურძნის, ასევე მისგან დაყენებული ღვინის ქიმიურ შედგენილობაზე. ყურძნის ფენოლური ნაერთები და მათი გარდაქმნის პროდუქტები აქტიურ მონაწილეობას იღებს ღვინის ტიპის ჩამოყალიბებაში. მათ მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს ღვინის ორგანოლეპტიკურ მახასიათებლების, ფერის, გემოს, არომატისა და ანტიმიკრობული აქტიურობის ჩამოყალიბებაში. ფენოლურ ნაერთებს მრავალმხრივი ბიოლოგიური აქტიურობა გააჩნიათ. მათ შორის კარდიოპროტექტორული, ანთების საწინააღმდეგო და ანტიკანცეროგენული მოქმედება, რაც განპირობებულია მათი ანტიოქსიდანტური თვისებებით. (კეცხოველი ნ....., რამიშვილი მ. ...., ნუცუბიძე მ....)

**კვლევის მიზანს** წარმოადგენს პირველად საქართველოში, დასავლეთ საქართველოს ავტოქთონური ვაზის ჯიშების ყურძნის და მისგან სხვადასხვა ტექნოლოგიებით წარმოებული ღვინის ქიმიური შედგენილობის შესწავლა, ინდივიდუალურ ნაერთთა გამოყოფა და იდენტიფიკაცია, მაღალწნევიანი სითხური ქრომატოგრაფიის (მასსპექტრალური დეტექტირება) მეთოდით; ფენოლურ ნაერთთა რაოდენობრივი შემცველობისა და ანტიოქსიდანტური აქტივობის შორის კორელაციის დადგენა; ვაზის ადგილმდებარეობის გავლენა ყურძნისა და ღვინის ქიმიურ შედგენილობაზე; ღვინის დაყენების ტექნოლოგიის გავლენა მის ქიმიურ შედგენილობაზე.

**მეცნიერული სიახლე.** HPLC და UPLC-MS მეთოდით დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული 16 ავტოქთონური ვაზის ჯიშის ყურძნისა და მისგან დაყენებული ღვინიდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია 9 ანტოციანი, 5 აგლიკონი, 3 ფლავონოლ - გლიკოზიდი, 1 კატეჟინი და 1 პროანტოციანიდინი.

განსაზღვრული და შედარებულია საერთო ფენოლების, ფლავონოიდების, კატექინებისა და ანტოციანების თვისებრივი შედგენილობა და რაოდენობრივი შემცველობა, დადგენილია ყურძნისა და ღვინის ანტიოქსიდანტური აქტივობა.

**ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა.** მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია დადგინდეს ღვინის ჯიშობრივი წარმომავლობა და წარმოშობის ადგილი, აგრეთვე მისი ფალსიფიკაცია.

**კვლევის ობიექტი, მასალა და მეთოდика:** კვლევის ობიექტს წარმოადგენს დასავლეთ საქართველოს ოთხ რეგიონში (აჭარა, იმერეთი, სამეგრელო, გურია) კულტივირებული ვაზის (*Vitis vinifera* L.) ვარდისფერი, წითელი და თეთრი ჯიშის ყურძენი, ადგილობრივი და ევროპული ტექნოლოგიით დაყენებული ღვინოები.

ვარდისფერ ყურძენიანი ვაზის ჯიშის ყურძენი - ჩხავერის ნიმუშები აღებული იქნა დასავლეთ საქართველოს აჭარის (ვაიო, ორცვა, კორომხეთი, ჯალაბაშვილები, გვარა - აგროსერვის ცენტრის ვაზისა და ხეხილის სანერგე მეურნეობა) და გურიის სოფელ ერკეთში.

წითელ ყურძენიანი ვაზის ჯიშებიდან აღებული იქნა 10 ჯიშის ყურძენი დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რაიონში - ალექსანდროული და მუჯურეთული - ამბროლაურის რაიონში (სოფ. ხვანჭკარა), უსახელაური - აგროსერვის ცენტრის ვაზისა და ხეხილის სანერგე მეურნეობაში (აჭარა), ძველშავი - ბაღდათის რაიონში (სოფ. ფერსათი), ოცხანური საფერე და ტოლის საფერე - ზესტაფონის რაიონში (სოფ. ზედა საქარა), ოჯალეში - ცაგერის რაიონში (სოფ. ტვიში), კაჭიჭი - ქედის რაიონში (სოფ. ხარაულა), საწური - ქედის რაიონში (სოფ. კოკოტაური).

თეთრ ყურძენიანი ვაზის ჯიშებიდან - ცოლიკოურის, ციცქას, კრახუნას, კლარჯულისა და ქუთათურის ყურძენის ნიმუშები აღებულ იქნა აჭარის, სამეგრელოსა და იმერეთის ტერიტორიაზე. აჭარაში ქედის (კოკოტაური) და ქობულეთის რაიონში (გვარა - აგროსერვის ცენტრის ვაზისა და ხეხილის სანერგე მეურნეობა), იმერეთში ბაღდათის რაიონში (სოფ. ობჩა), სამეგრელოში მარტვილის რაიონის რამდენიმე სოფელში (ბანძა, ნაჯახაო, მუხურჩა, ლეხაინდრაგო, ნაგვაზაო, ვედიდკარი, სალხინო)

ღვინოდაყენებული იქნა ეროპული ტექნოლოგიით. ავიღეთ 5-10კგ ყურძენი, დავწურეთ და წვენი, მოვათავსეთ მინის ჭურჭელში, ფერმენტაციას ვახდენდით ენზიმური საფუარით (*Saccharomyces cerevisiae*). ფერმენტაცია გავაგრძელებთ 5 – 10 დღე სისტემატური მორევით, ჰაერისაგან მადულარა მასას ვიცავდით სარქველის მეშვეობით. შემდეგ ვახდენდით დეკანტაციას ნალექისაგან მოცილების მიზნით და ვაგრძელებდით დუღილს. დადუღების შემდგომ ღვინო ინახებოდა მაცივარში 8 გრადუსზე. ღვინო ასევე დავაყენეთ იმერული ტექნოლოგიით. 5 - 10 კგ ყურძენი, დაიწურა კანთან ერთად და მოთავსდა მინის ჭურჭელში, ფერმენტაციას ვახდენდით ენზიმური საფუარით (*Saccharomyces cerevisiae*). ფერმენტაცია გავაგრძელებთ 5–10 დღე სისტემატური მორევის პირობებში, ჰაერისაგან მადულარ მასას ვიცავდით სარქველის მეშვეობით. შემდეგ ღვინო მოვაცილებთ დურდოს, გადავწურეთ, გავაგრძელებთ დადუღება და შემდგომ დასაწმენდად შევიწინაბეთ მაცივარში 8 გრადუსზე.

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

1. ფენოლურ ნაერთთა გამოყოფა და იდენტიფიკაცია მოვახდინეთ მაღალწნევიანი სითხური მასსპექტრალური ქრომატოგრაფიის (UPLC) მეთოდით.
2. ფლავონოიდების, ანტოციანების, კატექინების თვისებრივი და რაოდენობრივი შესწავლა მაღალწნევიანი სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდით.
3. ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა (2,2-დიფენილ-1-პიკრილ ჰიდრაზილის სტაბილური რადიკალის გამოყენებით) DPPH მეთოდით.
4. კატეხინების რაოდენობრივი განსაზღვრა ვანილინის რეაქტივის საშუალებით, სპექტრალური მეთოდით.
5. ფლავონოიდების რაოდენობრივი განსაზღვრა სპექტრალური მეთოდით ( $AlCl_3$  - ის რეაქტივი, რუთინზე გადაანგარიშებით).
6. ჯამური მონომერული ანტოციანების განსაზღვრა pH დიფერენცირებული მეთოდით (AOAC Official Method 2005).
7. საერთო ფენოლების რაოდენობის განსაზღვრა ფოლინ-სიოქალტეუს მეთოდით (Folin-Ciocalteu) OIV-MA-AS2-10 (გალის მჟავაზე გადაანგარიშებით);
8. შაქრიანობის განსაზღვრა - რეფრაქტომეტრული (OIV-MA-AS2-02) მეთოდით;
9. pH განსაზღვრა OIV-MA-AS313-15 მეთოდით;

10. ტიტრული მჟავების განსაზღვრა ღვინის მჟავაზე გადაანგარიშებით, ტკბილისა და ღვინის მჟავიანობის განსაზღვრას ვახდენდით აციდომეტრული (OIV- MA-AS313-01) მეთოდით.

**სამუშაოს აპრობაცია.** კვლევის შედეგები ასახულია 3 სამეცნიერო სტატიასა და 5 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის მასალებში.

**დისერტაციის მოცულობა და სტრუქტურა.** დისერტაცია შედგება 124 ნაბეჭდი გვერდისაგან, დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაციის გაფორმების ინსტრუქციის მიხედვით და მოიცავს სატიტულო და ხელმოწერების გვერდებს, შინაარსს, ცხრილების ნუსხას 20, დიაგრამა 9, სურათი 41, გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხას - 114 ერთეულს. ძირითადი ტექსტის შემადგენლობაშია: შესავალი, ლიტერატურის მიმოხილვა, შედეგების განსჯა, ექსპერიმენტული ნაწილი, დასკვნა, გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალი, დანართი და საპრეზენტაციო მასალები დანართი 1 და დანართი 2

**ლიტერატურული მიმოხილვა** - ნაშრომის პირველ თავებში განხილულია ფენოლური ნაერთების გავრცელება მცენარეებში, მათი ფიზიოლოგიური აქტივობა და დასავლეთ საქართველოს ავტოქტონური ვაზის ჯიშების ბიოლოგიური დახასიათება. დისერტაციას თან ახლავს გამოყენებული ლიტერატურის სია.

**თავი 1. დასავლეთსაქართველოსავტოქოტონური ვაზის ჯიშების ყურძნის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები.**

1.1. ვარდისფერყურძნიანი ჯიში ჩხავერიმავიზღვისაუზისავტოქოტონური ვაზის პერსპექტიული და პოპულარული ჯიშია. ის გაშენებულია ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე.

ნიმუშები აღებული იქნა (ტექნიკურის იმწიფის პერიოდში - ნოემბერი, რადგანაც ჩხავერის აგვიანო პერიოდისაა) აჭარის რეგიონში ზღვის დონიდან 5 მ-ზე (ქობულეთი), 300 მ-ზე (კორომხეთი), 360 მ-ზე (ერკეთი), 380 მ-ზე (ვაიო), 400 მ-ზე (ორცვა), 780 მ-ზე (ჯალაბაშვილები) სამი - 2014, 2015 და 2016 წლის განმავლობაში.

ჩხავერი საშუალო მოსავლიანია (5,5-8 ტ/ჰა), ამასთანავე ახასიათებს მერყევი მოსავლიანობა, განსაკუთრებით კი აჭარის მაღალმთიან რაიონში. მტევანის საშუალო ან საშუალო ზემცირეზომისაა. მისი სიგრძე 13,0-15,8 სმ, ხოლო სიგანე 8,0-16,0 სმ-ს უდრის. მარცვლების რაოდენობა მტევანში 90-100 აღწევს. მტევნების მასა მერყეობს 126,0-383,6 გრამის ფარგლებში (ცხრილი 1)

ჩხავერის ყურძნის ტექნიკური მაჩვენებლები

ცხრილი 1

ნიმუშის დასახელება ჩხავერი	ყურძნის ტექნიკური მაჩვენებლები						
	მარცვლის ფერი	მარცვლის ფორმა	გემო	მტევნის მასა, გ	მტევნის სიგრძე სმ	მტევნის სიგანე, სმ	მარცვლით მასა, გ
ვაიო	მუქი-წითელი	მრგვალი	მოტკბო	150,8±4,50	14,8±0,44	16,0±0,48	1,43±0,04
ორცვა	მუქი-წითელი	მრგვალი	მოტკბო	192,5±5,80	14,0±0,42	8,0±0,24	1,63±0,05
კორომხეთი	მუქი-წითელი	მრგვალი	მოტკბო	178,5±5,40	13,0±0,39	8,8±0,26	1,6±0,05
ჯალაბაშვილები	მუქი-წითელი	მრგვალი	მოტკბო მომჟავო	126,0±3,8	15,8±0,47	8,66±0,26	1,31±0,04
ქობულეთი	მუქი-წითელი	მრგვალი	მოტკბო	129,4±3,9	13,25±0,40	10,25±0,31	1,28±0,04
გურია	მუქი-	მრგვალი	მოტკბო	383,6±11,5	13,6±0,41	11,0±0,33	1,41±0,04

	წითელი					
--	--------	--	--	--	--	--

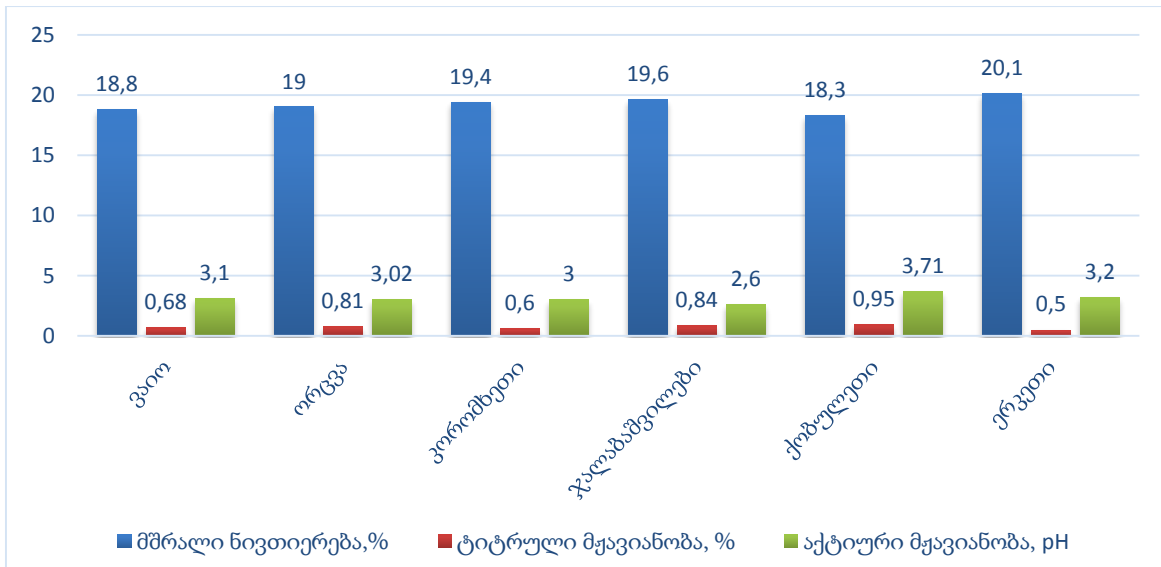
საანალიზო და აღებული ჩხავერის ყველანი მუში ხასიათდება მტევნის მუქი-წითელი ფერით, მრგვალი მარცვლითა და მოტკბო გემოთი, მხოლოდ ჯალაბაშვილებში მოწეულ ჩხავერში აღინიშნებოდა მოტკბო-მომჟავო გემო. ყურძნის კრეფისა და მისი გადამუშავების ან შენახვის დაწყებისათვის, საკმარისი არ არის მარტო შაქრიანობის განსაზღვრა. ანალიზის ჩატარების დროს შაქრიანობასთან ერთად ისაზღვრება ტიტრული მჟავიანობა (საერთო მჟავიანობა) და აქტიური მჟავიანობა pH (წყალბადიონთა კონცენტრაცია). შაქრიანობის და მჟავიანობის ფარდობა ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია ყურძნის ხარისხის შესაფასებლად, რათა მათგან დაყენებულ ღვინოებს ჰქონდეთ მათთვის დამახასიათებელი ჯიშური არომატი და გემო.

ამ კომპონენტების განსაზღვრისათვის ყურძნის ნიმუში (თითოეული 1 კგ) კლერტის მოცილების შემდეგ დაქუცმაცებული იქნა ჰომოგენიზატორში. განზავებული იქნა ეთილის სპირტით და მოთავსებული იქნა მაცივარში. მტევნის დიდი მასით (383,6 გ) დამალალი შაქრიანობით (20,1%) გამოირჩეოდა ერკეთის (ზღვის დონიდან 360 მ) ტერიტორიაზე მოწეული ყურძენი, ხოლო მაღალი მჟავიანობით - 0,95 % ქობულეთის ტერიტორიაზე (ზღვის დონიდან 5 მ.) აღებული ჩხავერი (დიაგრამა 1). განსაზღვრული იქნა აგრეთვე შაქრების კონცენტრაცია, ტიტრული მჟავიანობა და აქტიური მჟავიანობა. ყურძნის სხვა ჯიშებისაგან განსხვავებით შაქრების შედარებით დაბალი და ტიტრული მჟავების საკმაოდ მაღალი კონცენტრაცია, საბოლოოდ განაპირობებს ჩხავერის, როგორც ყურძნის ასევე მისგან წარმოებული ღვინის ინდივიდუალობას.

**ჩხავერის ყურძნის წვენის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები**

დიაგრამა 1





1.2. თეთრყურძნიანი ვაზის ჯიშები-ცოლიკოური, ციცქა, კრახუნა, კლარჯული და ქუთათური. საქართველოში ცოლიკოურს გაშენების ფართობის მიხედვით, რქაწითელის შემდეგ მეორე ადგილი უკავია. გამოირჩევა მაღალი სამეურნეო-ტექნოლოგიური მახასიათებლებით.

მისგან მზადდება ევროპული დამერული ტრადიციული წესით დაყენებული მაღალხარისხიანი, სუფრის და ბუნებრივად ნახევრად ტკბილი ღვინოები, რომელთაც ახასიათებს დიდი სხეული, ალკოჰოლის ადამიანი მჟავიანობის ნორმალური შემცველობა, სიხალისე და მაღალი გემური მახასიათებლები.

ციცქა გავრცელებულია ძირითადად დასავლეთ საქართველოში (ზემოდაშუა იმერეთი), სადაც იგი ძირითადი საწარმოო ვაზის ჯიშია. მევენახეობისათვის მნიშვნელოვანია უძველესი ჯიშები- კლარჯული და კრახუნა, რომლებიც ვაზის ფილოქსერასა და სხვა სოკოვან დაავადებათა გავრცელების გამო მცირეოდენი ნარგავების სახით არის შემორჩენილი გურია-აჭარის მთისპირა რაიონების სოფლებში (ბერიძე კ.,..., A.A. Дмитриева....).

**საანალიზოდ აღებული ყურძნის ნიმუშები**

ცხრილი 2

ჯიში	რეგიონი	რაიონი	სოფელი	ნიმუშის დასახელება
ცოლიკოური	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	მ.1
ცოლიკოური	აჭარა	ქედა	კოკოტაური	მ.2

ცოლიკოური	იმერეთი	ბაღდადი	ობჩა	მ.3
ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ბანძა	მ.4
ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ნაჯახაო	მ.5
ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	მუხურჩა	მ.6
ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ლენდინდრაგო	მ.7
ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ნაგვაზაო	მ.8
ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ვედიდკარი	მ.9
ციცქა	იმერეთი	ბაღდადი	ობჩა	მ.10
ციცქა	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	მ.11
კლარჯულა	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	მ.12
კრახუნა	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	მ.13
ქუთათურა	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	მ.14

ხუთი ჯიშის ყურძნის საანალიზო ნიმუშები აღებული იყო 2016-2017 წლების ოქტომბერ-ნოემბერში, მათ შორის ცოლიკოური აჭარაში, იმერეთსა და სამეგრელოში, ციცქა აჭარასა და იმერეთში, ხოლო კლარჯული და ქუთათურა აგროსერვისცენტრის ვაზისა და ხეხილის სანერგე მეურნეობაში (აჭარა). (ცხრილი 2)

### თეთრი ყურძნის ჯიშების ტექნიკური მაჩვენებლები

ცხრილი 3

ნიმუშის დასახელება	თეთრი ყურძნის ჯიშების მარცვლისა და მტევნის ტექნიკური მაჩვენებლები						
	მარცვლის ფერი	მარცვლის ფორმა	გემო	მტევნის მასა, გ	მტევნის სიგრძე, სმ	მტევნის სიგანე, სმ	მარცვლის მასა, გ
მ.1	მწვანე	მრგვალი	მოტკბო	552,03±16,6	22,00±0,66	18,00± 0,54	3,07±0,092
მ.2	მომწვანო-ქარვისფერი	მრგვალი	მომჟავო	199,92 ± 6,0	17,00 ±0,51	12,00± 0,36	2,00± 0,06
მ.3	მომწვანო-ქარვისფერი	მრგვალი	ტკბილი	188,65 ± 5,7	13,83± 0,41	9,16 ± 0,27	2,00±0,060
მ.4	მწვანე	მრგვალი	მოტკბო	139,70± 4,2	12,75± 0,38	9,50± 0,29	2,40±0,072
მ.5	ქარვისფერი	მრგვალი	ტკბილი	185,00± 5,6	17,50 ±0,53	11,00± 0,33	2,60 ± 0,078

მ.6	მწვანე	მრგვალი	მოტკბო	130,66 ±3,9	14,50 ±0,44	10,16 ± 0,30	2,52 ± 0,076
მ.7	მომწვანო-ქარვისფერი	მრგვალი	ტკბილი	104,75 ±3,1	14,75±0,44	9,87 ± 0,30	2,50 ±0,075
მ.8	მოყვითალო-მწვანე	მრგვალი	მომჟავო	151,66±4,5	22,70 ±0,68	12,16 ± 0,37	2,40 ±0,072
მ.9	მწვანე	მრგვალი	მოტკბო	169,83±5,1	24,16±0,72	10,50±0,32	2,46 ± 0,074
მ.10	ქარვისფერი	მრგვალი	ტკბილი	225,25 ± 6,8	16,66±0,50	12,33± 0,36	2,30 ± 0,069
მ.11	მწვანე	მრგვალი	მოტკბო-მომჟავო	258,83±7,8	16,80 ±0,50	10,00± 0,3	2,94 ± 0,088
მ.12	მწვანე	მრგვალი	ტკბილი	364,95± 10,9	17,00 ±0,51	12,00± 0,32	3,31± 0,099
მ.13	მწვანე	მრგვალი	მჟავე-მოტკბო	345,94 ±10,4	15,50 ±0,47	12,00± 0,32	3,08± 0,092
მ.14	მომწვანო-ქარვისფერი	მრგვალი	მომჟავო	144,85±4,3	9,25±0,28	7,00± 0,21	1,97± 0,059

ხუთივე ჯიშის ყურძენი გამოირჩეოდა მსხვილი მარცვლებით. ცოლიკოურის ჯიშის ნიმუშებს შორის გამოირჩეოდა ქობულეთის ტერიტორიაზე, აგროსერვის ცენტრში აღებული ნიმუშები, ხოლო შედარებით წვრილი მარცვლებით - ქედაში მოწეული ნაყოფები, შედარებით პატარა მტევნები აქვთ სამეგრელოში (ლეხაინდრაო) აღებულნიმუშებს (ცხრილი2. 3).

ციცქას ნაყოფები, აღებული იმერეთსა და ქობულეთში განსხვავდებიან სხვა რეგიონში აღებული ნიმუშებისეგისაგან ტექნიკური მახასიათებლებით. მნიშვნელოვნად განსხვავდება ქობულეთში მოყვანილი კლარჯულისა და კრახუნას ნაყოფები, რომლებიც მასით თითქმის ერთნახევარჯერ აღემატება სამრეწველო ჯიშების ციცქასა და ცოლიკაურის იმერეთისა და სამეგრელოში აღებული ნიმუშების მტევნებს (ცხრილი 2,3).

#### თეთრი ჯიშის ყურძნის წვენის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

ცხრილი4

ნიმუში	ყურძნის წვენის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები		
	მშრალი ნივთიერება რეფრ. მიხედვით, %	ტიტრული მჟავიანობა, %	აქტიური მჟავიანობა, pH
მ.1	19,0± 0,57	0,62 ± 0,019	3,15 ±0,095

მ.2	20,0 ± 0,60	0,74 ± 0,022	3,72±0,112
მ.3	21,3 ± 0,64	0,23 ± 0,007	4,20±0,126
მ.4	23,6 ± 0,71	0,45 ± 0,014	3,76±0,113
მ.5	23,2 ± 0,70	0,43 ± 0,013	3,95±0,119
მ.6	21,2 ± 0,64	0,61 ± 0,018	3,63±0,109
მ.7	23,8 ± 0,71	0,51 ± 0,015	3,65±0,110
მ.8	21,9 ± 0,66	0,76 ± 0,023	3,46±0,104
მ.9	21,0 ± 0,63	0,62 ± 0,019	3,66±0,11
მ.10	21,2 ± 0,64	0,34 ± 0,010	3,86±0,116
მ.11	20,3 ± 0,61	0,85 ± 0,026	3,22±0,097
მ.12	19,6 ± 0,59	0,99 ± 0,030	2,98±0,089
მ.13	19,8 ± 0,59	0,90 ± 0,027	3,35±0,101
მ.14	19,4 ± 0,58	0,73 ± 0,022	3,09±0,093

ყურძნის მწიფე ნაყოფში შაქრის მაღალი შემცველობა და დაბალი მჟავიანობა მნიშვნელოვანი კომპონენტია ღვინის წარმოებისათვის. ახლად დაწურულ ცოლიკოურის ჯიშის ყურძნის წვენი, მშრალი ნივთიერების მაღალი შემცველობით გამოირჩეოდა სამეგრელოს თითქმის ყველა ნიმუში - 21,0 - 23,8%. მაშინ როდესაც ეს მაჩვენებელი შედარებით დაბალი იყო ქობულეთის ტერიტორიაზე მოწეულ ყურძენში - 19,0%, ხოლო ქედასა და იმერეთის ზონაში საშუალო მაჩვენებელია 20,0 – 21,3 % (ცხრილი 4).

სადვინე ყურძნის ტექნოლოგიურ მახასიათებლებს შორის მნიშვნელოვანია ტიტრული მჟავიანობა და მშრალი ნივთიერება. სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში მოყვანილი ცოლიკოურის ნიმუშებისათვის ეს მაჩვენებლები განსხვავებულია. ტიტრული მჟავიანობა მერყეობს 0,23 – 0,76 % ფარგლებში. მჟავიანობის დაბალი და მშრალი ნივთიერების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა იმერეთის ზონაში მოწეული ყურძენი (მჟავიანობა - 0,23%, მშრალი ნივთიერება - 21,3%). მაღალი აქტიური მჟავიანობით გამოირჩევა ქობულეთის ცოლიკოურის (pH 3,15), ხოლო შედარებით დაბალია იმერული ცოლიკოურის წვენის აქტიური მჟავიანობის მაჩვენებელი (pH 4,2)(ცხრილი 4).

რაც შეეხება ციცქას, კლარჯულის, კრახუნას და ქუთათურას ყურძენს, მშრალი ნივთიერების შედარებით მაღალი მაჩვენებლით გამოირჩევა იმერეთისა და აჭარის რეგიონში მოწეული ციცქას ყურძენი - 20,3 – 21,2 %, ხოლო კლარჯულის, კრახუნასა და ქუთათურას ყურძენში მათი შემცველობა თითქმის ერთნაირია - 19,4 – 19,8 %. ტიტრული მჟავიანობა მერყეობს 0,34 – 0,99 %-ის ფარგლებში, ხოლო აქტიური მჟავიანობა- pH 2,98 – 3,86-ია(ცხრილი 2,4).

**1.3.წითელყურძნიანი ვაზის ჯიშებიანლექსანდროული, უსახელაური, ძველშავი, მუჯურეთული, ოჯალეში, კაბისტონი, კაჭიჭი, ტოლური საფერე, ოცხანური საფერე და საწურავიდასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში (აჭარა, გურია, იმერეთი) გავრცელებული ქართულიწითელყურძნიანივაზისჯიშებია. დასავლეთსაქართველოსრაიონებში წითელყურძნიანი ვაზის ჯიშები საგვიანო პერიოდისაა. ისინი პერსპექტიული საღვინე ყურძნის ჯიშებია და მათგანდაყენებულიღვინოხასიათდებალამაზიდაინტენსიურიშეფერვით, ალკოჰოლისადამჟავიანობისნორმალურიშემცველობითადაჰარმონიულობით, კარგადგამოხატულიჯიშურიარომატითდამაღალიგემურითვისებებით.**

ყურძნის ნიმუშები აღებული იყო დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რაიონში - ალექსანდროული და მუჯურეთული - ამბროლაურის რაიონში (სოფ. ხვანჭკარა), უსახელაური - აგროსერვისცენტრის ვაზისა და ხეხილის სანერგე მეურნეობაში (აჭარა),

### წითელი ყურძნის ჯიშების ტექნიკური მაჩვენებლები

ცხრილი 5

ნიმუშის დასახელება	ყურძნის ტექნიკური მაჩვენებლები						
	მარცვლის ფერი	მარცვლის ფორმა	გემო	მტევნის მასა,გ	მტევნის სიგრძე, სმ	მტევნის სიგანე, სმ	მარცვლის მასა, გ
ალექსანდროული	შავი	მრგვალი	ტკბილი	144,52±4,34	15,70 ±0,47	9,10±0,27	2,00±0,06
უსახელაური	შავი	კონუსისებრი	ტკბილი	87,72 ± 2,63	12,16±0,36	9,60±0,29	1,8±0,05
ძველშავი	შავი	მრგვალი	ტკბილი	137,52 ± 4,13	11,60±0,35	7,20±0,22	1,89±0,06

მუჯურეთული	შავი	მოგრძო	ტკბილი	89,91± 2,7	14,80±0,44	8,90±0,27	1,58±0,05
ოჯალეში	შავი	მრგვალი	მოტკბო	103,12 ± 3,09	11,75±0,35	8,37±0,25	1,99±0,06
კაბისტონი	მუქი იისფერი	მრგვალი	ტკბილი	86,03 ±2,58	15,50±0,47	9,50±0,29	1,46±0,04
კაჭიჭი	შავი	მრგვალი	მოტკბო- მომჟავო	156,5 ±4,70	11,10±0,33	6,40±0,19	1,22±0,04
ტოლის საფერავი	შავი	მრგვალი	მოტკბო- მომჟავო	87,32 ±2,62	13,89±0,42	5,16±0,15	1,93±0,06
ოცხანური საფერე	შავი	მრგვალი	ტკბილი	84,01 ±2,52	11,00±0,33	7,75±0,23	0,90±0,03
საწურავი	შავი	კონუსისებრი	ტკბილი	14,12 ±0,42	6,87±0,21	6,02±0,18	2,00±0,06

ძველშავი - ბაღდათის რაიონში (სოფ. ფერსათი), ოცხანური საფერე და ტოლის საფერე - ზესტაფონის რაიონში (სოფ. ზედა საქარა), ოჯალეში - ცაგერის რაიონში (სოფ. ტვიში), კაჭიჭი - ქედას რაიონში (სოფ. ხარაულა), საწური - ქედას რაიონში (სოფ. კოკოტაური).

საკვლევი ყურძნის მტევნები საშუალო სიდიდისაა 86 – 156 გ, შავი და მრგვალი მარცვლებით (0,9 – 2 გ-მდე). მტევნის სიგრძე 11 – 16 სმ -მდეა, ხოლო სიგანე 5- 10 სმ. რთველის დაწყებისათვის საჭიროა განსაზღვრულ იქნეს ყურძნის სიმწიფის ვადა, რომელიც უნდა შეესაბამებოდეს მისგან დასამზადებელი პროდუქტის ტექნიკურ მოთხოვნებს (მშრალი ღვინის, ბუნებრივად ნახევრადტკბილი ღვინის, შუმხუნა ღვინოების და სხვა) (ცხრილი 5).

### წითელიჯიშისყურძნისფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

ცხრილი 6

ნიმუში	ყურძნის წვენის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები		
	მშრალი მასა, %	ტიტრული მჟავიანობა, %	აქტიური მჟავიანობა, pH
ალექსანდროული	24,7±0,74	0,49±0,015	4,08±0,122
უსახელაური	23,8±0,71	0,72±0,022	3.87±0,116
ძველშავი	25,7±0,77	0,70±0,021	3,99±0,120

მუჯურეთული	26,0±0,78	0,54±0,016	4,24±0,127
ოჯალეში	23,5±0,71	0,68±0,020	3,85±0,116
კაბისტონი	22,0±0,66	0,76±0,023	3,88±0,116
კაჭიჭი	24,0±0,72	0,71±0,021	3,92±0,118
ტოლისსაფერავი	22,5±0,68	0,75±0,023	3,91±0,117
ოცხანურისაფერე	23,0±0,69	0,76±0,023	3,65±0,110
საწურავი	19,0±0,57	0,74±0,022	3,64±0,109

კვლევისათვის ყურძნის ნიმუშები აღებული იყო ტექნიკურის იმწიფის პერიოდში, კერძოდ უსახელაური, ძველშავი, კაბისტონის ექტემბრის ბოლოს, როცა მაქრების რაოდენობა შესაბამისად იყო 23.8, 25.7 და 22.0 %. ოცხანურისაფერე (23.0), ტოლისსაფერე (22.5 %), ალექსანდროული (24.7 %), მუჯურეთული (26.0 %) და კაჭიჭი (24.0 %) ოქტომბრის შუარიცხვებში, ოჯალეში (23.5 %), საწურავი (19 %) ნოემბრის მეორე ნახევარში (ცხრილი 6).

შესწავლილი იქნა დასავლეთ საქართველოში სხვადასხვა ადგილას გაშენებული წითელყურძნიანი 10 ჯიშის ალექსანდროულის, უსახელაურის, ძველშავის, მუჯურეთულის, ოჯალეშის, კაბისტონის, კაჭიჭის, ტოლური საფერეს, ოცხანური საფერეს და საწურავის, თეთრი ყურძნიანი 5 ჯიშის ცოლიკოურის, ციცქას, კლარჯულის, კრახუნასა და ქუთათურის, ხოლო ვარდისფერ ყურძნიანი ჯიშის-ჩხავერის ადგილმდებარეობით განსხვავებული 6 ნიმუშის ტექნიკური მახასიათებლები: მშრალი ნივთიერება, ტიტრული მჟავიანობა, აქტიური მჟავიანობა.

**თავი 2 . დასავლეთ საქართველოს ავტოქთონური ვაზის ჯიშების ფენოლოურ ნაერთთა გამოყოფა და იდენტიფიკაცია HPLC და UPLC-MS მეთოდით.**

**2.1. თეთრი ღვინის ფენოლოური ნაერთების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია.**

ფენოლოური ნაერთები დამათი გარდაქმნის პროდუქტები აქტიურად მონაწილეობენ ღვინის ტიპის ჩამოყალიბებაში, მისი დამზადება-შენახვის ყველა ეტაპზე და უშულო გავლენას ახდენს გემოზე, ფერზე, გამჭირვალობაზე.

სამუშაოს მიზანია დასავლეთ საქართველოს სამ რეგიონში (აჭარა, იმერეთი, სამეგრელო) კულტივირებული ვაზის (*Vitis vinifera* L.) თეთრი ჯიშების - ცოლიკოურის, ციცქას, კლარჯულას, კრახუნას და ქუთათურას ყურძნიდან ევროპული ტექნოლოგიით დაყენებული ღვინის ფენოლოურ ნაერთთა გამოყოფა და იდენტიფიკაციამაღალწნევიანი სითხური მასსპექტრალური ქრომატოგრაფიით. ფენოლოური ნაერთების საერთო რაოდენობის, კატექინების, ფლავონოლების შემცველობის შესწავლა და მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობის გამოვლენა.

ცოლიკოური ადგილობრივი იმერული ჯიშია, გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოში თითქმის ყველა რაიონში. ცოლიკოურიდან სხვადასხვა ტიპის სუფრის ღვინოს აყენებენ, რომლებიც მაღალი გემური თვისებებით და მდიდარი ქიმიური შედგენილობით ხასიათდება. ცოლიკოურის ღვინო შედარებით მაღალ ალკოჰოლთან ერთად შეიცავს მდიდარ სხეულს და საკმაო რაოდენობით მჟავებს, რაც საბოლოოდ იწვევს ღვინის სიძველეში გაუმჯობესებას და მისი სიცოცხლის გახანგრძლივებას. ციცქა ადგილობრივი იმერეთში ფართოდ გავრცელებული მაღალ ხარისხოვანი ვაზის ჯიშია. იგი იძლევა საუკეთესო ღვინოს და ხარისხოვან მასალას შუშხუნა ღვინისათვის. ციცქას სუფრის ღვინო ღია ჩალისფერია, მომწვანო იერით, იგი ხასიათდება სხეულით, ენერგიით და სიხალისით, გემო ნაზი და ჰარმონიული აქვს. დამველებისას ივითარებს მეტად ნაზ სასიამოვნო ბუკეტს. კრახუნა მაღალხარისხოვან სუფრის ღვინოს იძლევა, ევროპული წესით დაყენებული ღვინო მოყვითალო ჩალისფერია, ხასიათდება სისრულით, ენერგიით და სასიამოვნო გემოთი. იმერული წესით დაყენებული ღვინო უფრო მუქად არის შეფერილი, ხასიათდება თავისებური ჯიშური არომატით, ენერგიით და დიდი სხეულით. კლარჯულა თეთრყურძნიან ვაზის ჯიშთა ჯგუფს მიეკუთვნება. ყურძნის საუკეთესო გემური თვისებების, ტრანსპორტაბელობის, შენახვის დიდი უნარის (ინახება თითქმის გაზაფხულამდე), მტევნისა და მარცვლის გარეგნული სილამაზისა და აგრეთვე საკმაოდ უხვი მოსავლიანობის გამო კლარჯულა სამართლიანად ერთ-ერთ საუკეთესო ჯიშად ითვლება საქართველოში გავრცელებულ სუფრის ყურძნის ჯიშებს შორის(რამიშვილი მ... , A. Shalashvili...).

### საანალიზოდ აღებული ღვინის ნიმუშები



№	ჯიში	რეგიონი	რაიონი	სოფელი	ღვინო
1	ცოლიკოური	აჭარა	ქედა	კოკოტაური	ღ. 1
2	ცოლიკოური	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	ღ. 2
3	ციცქა	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	ღ. 3
4	კლარჯულა	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	ღ. 4
5	კრახუნა	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	ღ. 5
6	ქუთათურა	აჭარა	ქობულეთი	გვარა	ღ. 6
7	ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ბანძა	ღ. 7
8	ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ნაჯახაო	ღ. 8
9	ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	მუხურჩა	ღ. 9
10	ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ლახანდრავო	ღ. 10
11	ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ნაგვაზაო	ღ. 11
12	ცოლიკოური	სამეგრელო	მარტვილი	ვედიდკარბი	ღ. 12
13	ცოლიკოური	იმერეთი	ბაღდადი	ობჩა	ღ. 13
14	ციცქა	იმერეთი	მალდადი	ობჩა	ღ. 14

ხუთი ჯიშის ყურძნის საანალიზო ნიმუშები აღებული იყო 2016-2017 წლების ოქტომბერ -ნოემბერში, მათ შორის ცოლიკოური აჭარაში, იმერეთსა და სამეგრელოში, ციცქა აჭარასა და იმერეთში, ხოლო კრახუნა, კლარჯულა და ქუთათურა აგროსერვის ცენტრის ვაზისა და ხეხილის სანერგე მეურნეობაში (აჭარა). ღვინო დამზადებული იქნა ევროპული ტექნოლოგიით. ხუთივე ჯიშის ყურძნის ნიმუში (თითოეული 5 კგ) კლერტის მოცილების შემდეგ დაიწურა საჭყლეტ მანქანაში. ყურძნის წვენი მოთავსდა მინის ჭურჭელში და დაემატა საფუარი (10 C B 2000 /25 g/hL გაანგარიშებით). ალკოჰოლური დუღილის დამთავრების შემდეგ ღვინო გადავიღეთ და მოვათავსეთ მაცივარში. ანალიზები ჩატარდა ღვინის დაყენებიდან 5 თვის შემდეგ(ცხრილი7).

ფენოლურ ნაერთთა გამოყოფა და იდენტიფიკაციისათვის გამოყენებული იქნა მაღალეფექტურისითხური ქრომატოგრაფი (HPLC) და ულტრამალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი მასსპექტრალური დეტექტორით(UPLC-MS-PDA).შესაძლებელი გახდა რამდენიმე ნაერთის იდენტიფიკაცია. ქრომატოგრაფიულ დაყოფამდე ვახდენდით ნიმუშის მომზადებას ქრომატოგრაფირებისათვისმყარ ფაზოვანი ექსტრაქციით, რაც მოიცავს ნიმუშის გატარებას სვეტზე.ღვინის ნიმუშის

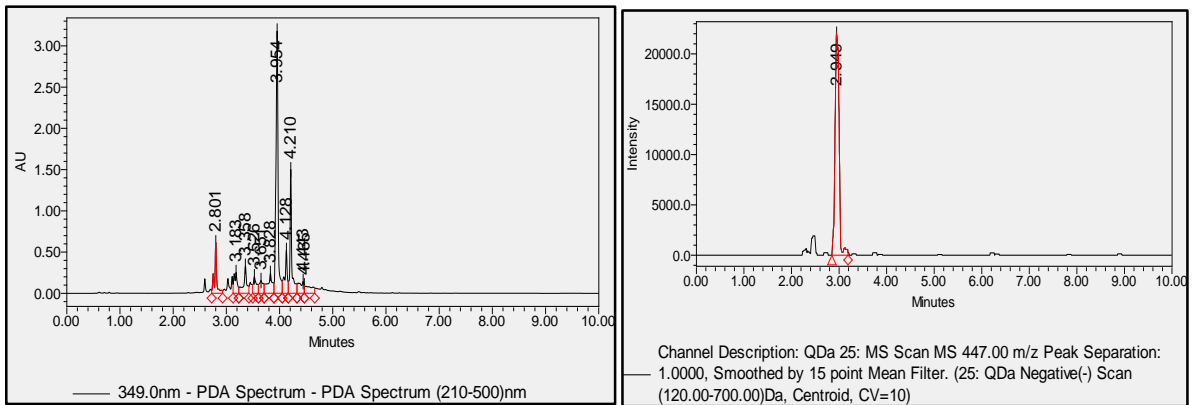
დატანამდე ვახდენდით სვეტის აქტივაციას მეთანოლით. შემდეგ გააქტიურებულსორბენტსვაწონასწორებდით გამოხდილი წყლით. მხოლოდ ამის შემდეგ დაგვეყონდა კატრიჯზე ნიმუში ვაკუუმის მეშვეობით. შემდეგ ეტაპზე ხდებოდა სორბენტზე დარჩენილი არასასურველი კომპონენტების მოცილება წყლით. დაკონცენტრირებული ნივთიერებების ელუირებას ვახდენდით მეთანოლით.

**თეთრი ღვინისUPLC-PDA-MS სპექტრი**

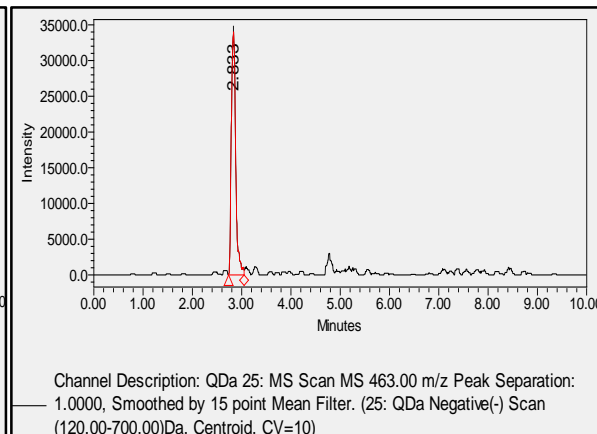
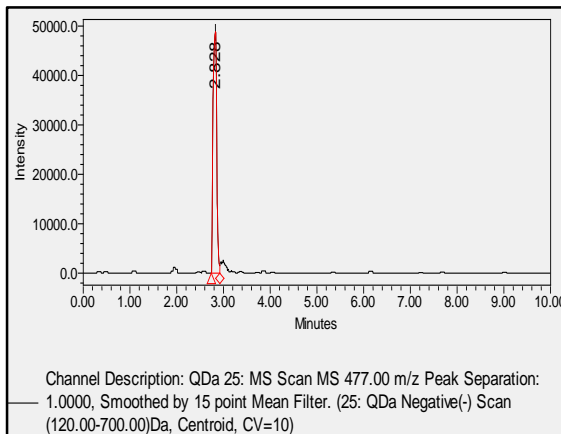
ცხრილი8

ნივთიერების დასახელება	RT (min)	MW	[M-H]- (ფრაგმენტი m/z)	UV მაქსიმუმი (nm)
(-)-ეპიკატეკინი	2.426	290	289 (245)	280
კვარცეტინ-3-რამნოზიდი	2.949	448	447 (301)	256 (max), 352
კვარცეტინ-3-გლუკოზიდი	2.833	464	463 (301)	256 (max), 356
კვარცეტინ-3-გლუკურონიდი	2.828	478	477 (301)	256 (max), 354
პროციანიდინიB <sub>2</sub>	2.315	578	577 (289)	280

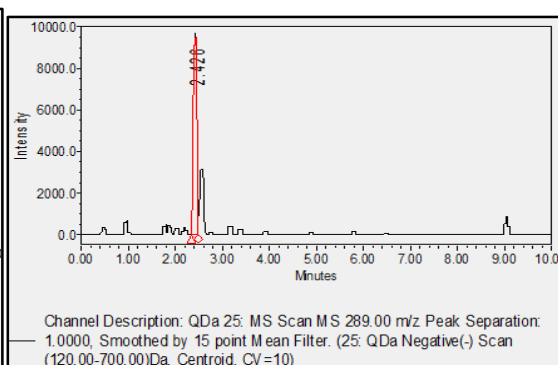
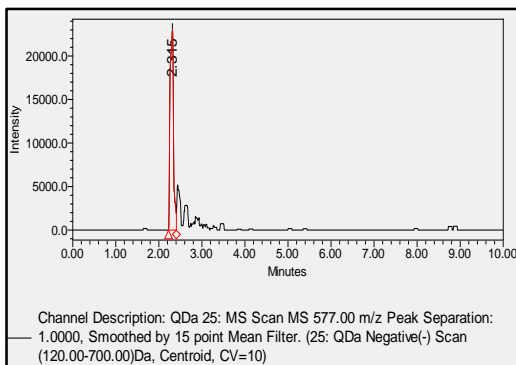
ღვინის ნიმუშიდან UPLC-MS მეთოდით იდენტიფიცირებული იქნა პროციანიდინი B<sub>2</sub> –(გამოსვლის დრო 2.315 წთ; MW -578, m/z-577, ფრაგმენტი 289, λ<sub>max</sub> 280 nm); (-)-ეპიკატეკინი(გამოსვლის დრო 2.426 წთ; MW -290, m/z-289,(ფრაგმენტი 245) λ<sub>max</sub> 280 nm);ფლავონოლებიდან: კვარცეტინ-3-გლუკურონიდი (გამოსვლის დრო 2.828 წთ; MW -478, m/z-477, ფრაგმენტი 301, λ<sub>max</sub> 256, 354 nm); კვარცეტინ-3- გლუკოზიდი (გამოსვლის დრო 2.833 წთ; MW -464, m/z-463, ფრაგმენტი 301, λ<sub>max</sub> 256, 356 nm); კვარცეტინ-3- რამნოზიდი (გამოსვლის დრო 2,949 წთ; MW - 448, m/z-447, ფრაგმენტი 301, λ<sub>max</sub> 256, 354 nm); (ცხრილი8).



AB

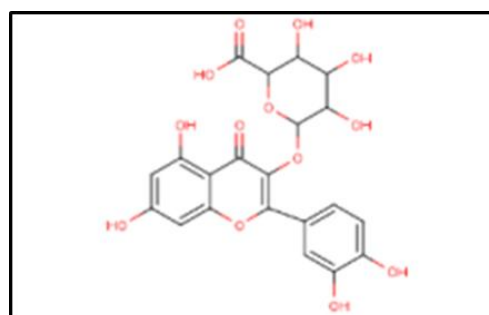
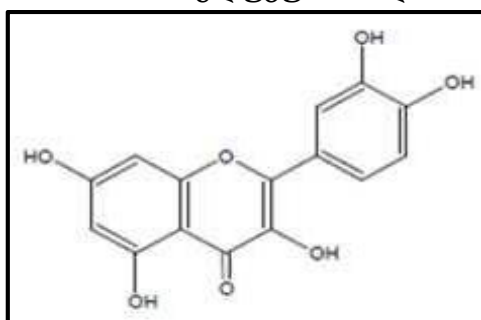


CD

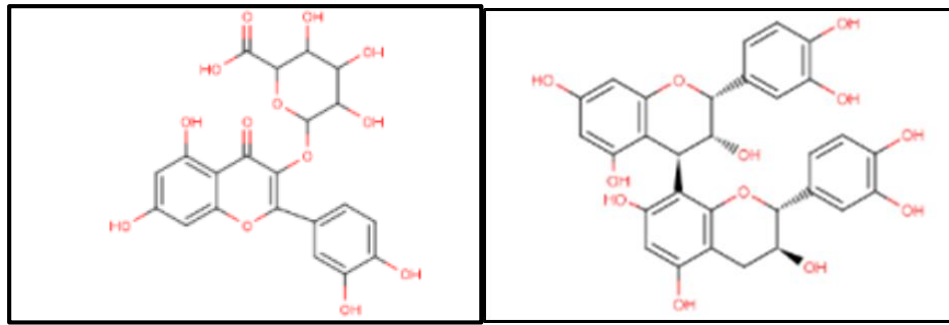


EF

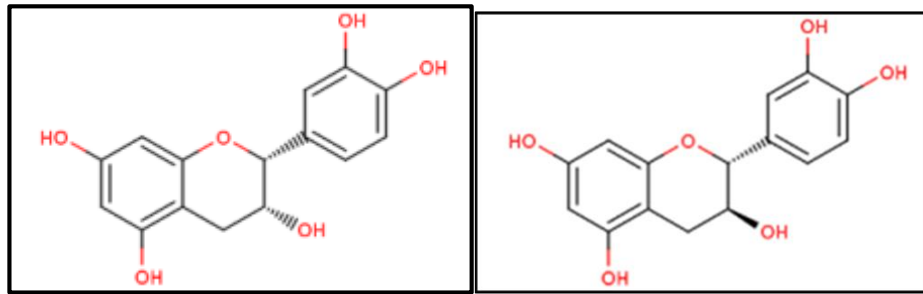
სურ.9. ღვინის UPLC-PDA-MS ქრომატოგრამა; **A**-საერთო ქრომატოგრამა; **B**-კვარცეტინ-3-რამნოზიდი; **C**-კვარცეტინ-3-გლუკოზიდი; **D**-კვარცეტინ-3-გლუკურონიდი; **E**-პროცინიდილი B<sub>2</sub>; **F**(-)-ეპიკატეჟინი



AB



CD



E F

სურათი 10. A-კვერცეტინ-3-რამნოზიდი; B- კვერცეტინ-3-გლუკოზიდი; C-კვერცეტინ-3-გლუკურონიდი; D-პროციანიდინი B<sub>2</sub>; E-(-)-ეპიკატექინი; F-კატექინი

## 2.2. წითელი ღვინის ანტოციანებისა და მათი აგლიკონების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია

წითელი ღვინოების წარმოებას მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში პრიორიტეტული ადგილი უჭირავს და მათზე მოთხოვნილება ყოველდღიურად მატულობს. წითელი ღვინოები, გარდა კარგი ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებისა, ხასიათდება მნიშვნელოვანი და მრავალმხრივი ბიოლოგიური აქტივობით. სხვადასხვა ყურძნის ჯიშებიდან დამზადებულ წითელ ღვინოებში აღმოჩენილია მთელი რიგი ანტიოქსიდანტური თვისების მქონე ორგანული ნაერთები. ისინი ძირითადად არიან ყურძნის კანში, წიპწასა და კლერტში. მათ მიეკუთვნება: სტილბენები, ფლავონოლები, ანთოციანები, კატექინები, პოლიმერული პროანტოციანიდინები, ფენოლმჟავები და სხვა. უკანასკნელ წლებში ჩატარებული კვლევების მიხედვით პოლიფენოლების შემცველობა, ფენოლური კომპლექსის შედგენილობა, მათი რაოდენობა, ღვინის ანტიოქსიდანტური და ანტირადიკალური თვისება დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: ყურძნის ჯიშზე, ვენახის ადგილმდებარეობაზე, კლიმატურ პირობებზე, ნიადაგის ტიპზე და ღვინის

დაყენების ტექნოლოგიაზე. ყურძნის წითელ პიგმენტებს ანტოციანები წარმოადგენს, რომლებიც უმთავრესად მონოგლიკოზიდების სახით არსებობს (*Burin V...., Danila Di Majo...*)

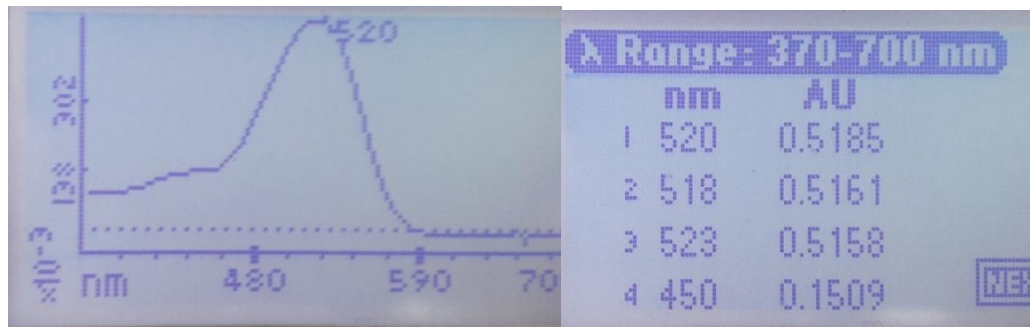
სამუშაოს მიზანია საქართველოს მეღვინეობის სხვადასხვა რეგიონში გავრცელებული ვაზის ჯიშების (ალექსანდროული, მუჯურეთული, საფერავი, ოცხანური საფერე, ოჯალეში) ყურძნიდან დამზადებული წითელი ღვინოების მონომერული ანტოციანების თვისებრივი შესწავლა.

ღვინის ნიმუშები დამზადებული იქნა 2015 წელს, თითოეული ჯიშის 10 კგ ყურძნიდან ადგილობრივი ტექნოლოგიით (ალკოჰოლური დუდილის პროცესში კლერტის მონაწილეობა) დურდოზე 10 დღიანი დაყოვნებით. ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობისა და ანტიოქსიდანტური აქტივობის გამოკვლევა ჩატარდა საფერავის, მუჯურეთულის, ოჯალეშისა და ოცხანური საფერეს ღვინის ნიმუშების ერთი წლით დავარგების შემდეგ; ალექსანდროულის ყურძნის ჯიშიდან დამზადებულ ღვინის ნიმუშში კი დავარგებამდე (ალკოჰოლური დუდილის დამთავრების შემდეგ, ნიმუშის სახელი – ალექსანდროული 1) და მისი ერთი წლით დავარგების შემდეგ (ნიმუშის სახელი – ალექსანდროული 2).

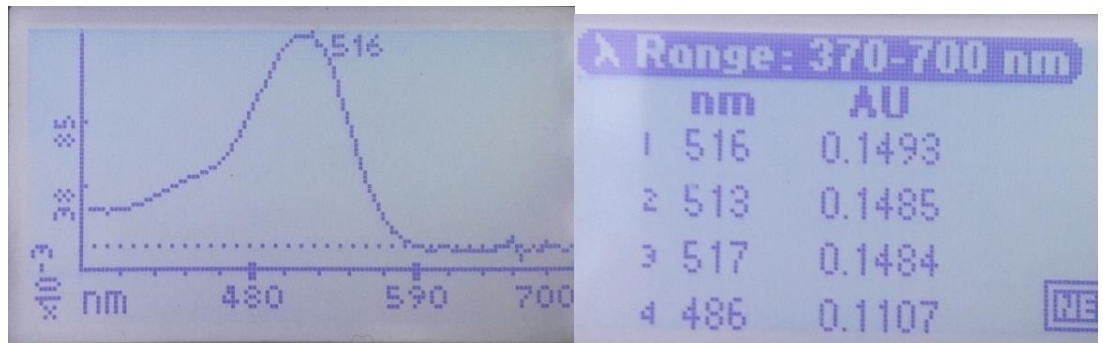
ღვინის ნიმუშების 3-5 მლ-ს ვატარებდით Waters Sep-Pak C18 (500 მგ) სვეტში. დარჩენილი პიგმენტების ელუირება ხდება აცეტონიტრილით. ყველა ნიმუში ანალიზამდე გაიფილტრა. ფილტრაციისათვის გამოყენებული იყო ფილტრი Waters Acrodisc LC PVDF Filter 13 mm 0,45 μm.

ანტოციანების ანალიზი ჩატარდა HPLC-ით, C18 ანალიზურ და პრეპარატულ სვეტზე. ელუენტი A: წყალი/ჰიანჰველმჟავა/აცეტონიტრილი (87:10:3); ელუენტი B: წყალი/ჰიანჰველმჟავა/აცეტონიტრილი (40:10:50); გრადიენტი (0-15 წთ- 6%-დან 30%B, 30 წთ 50% B, 35 წთ 60% B, 41-45 წთ 6 % B). დეტექტირება 518 ნმ. UPLC-MS ანალიზი BEN C18, 1.7 μm, BENAmide 1.7 μm, 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.

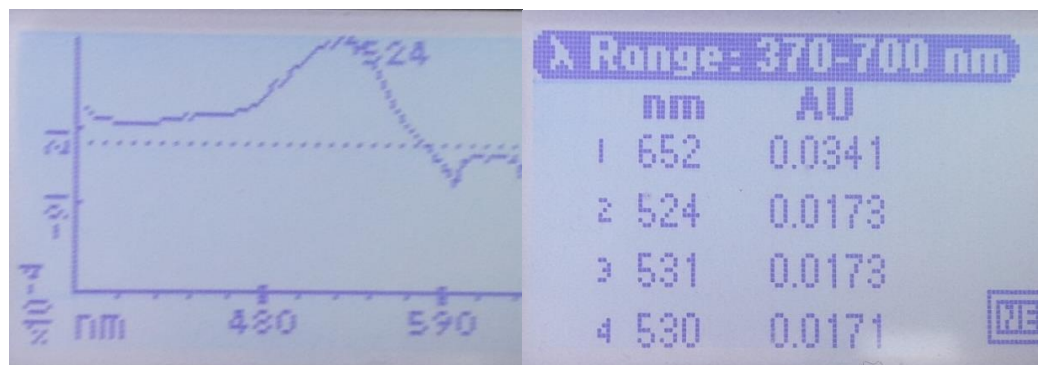
იდენტიფიცირებულია როგორც აგლიკონები, ასევე გლიკოზიდები. აგლიკონების იდენტიფიკაციისათვის ჩატარდა ცალკეული ინდივიდუალური ნაერთების მჟავით ჰიდროლიზი 6M HCl-ით.



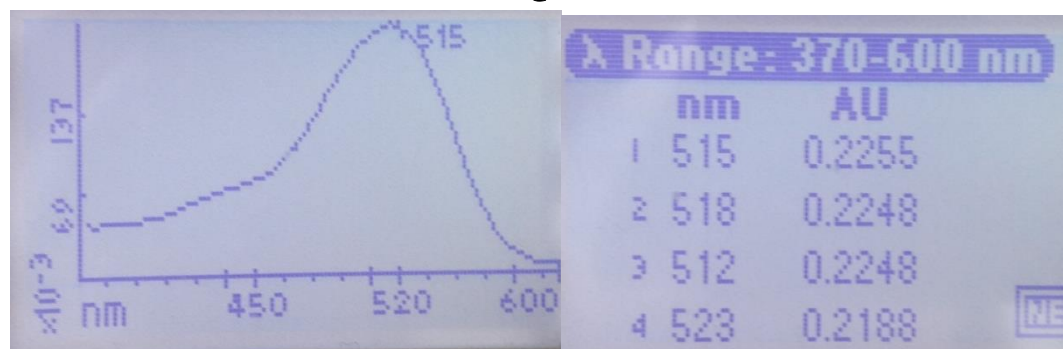
A



B

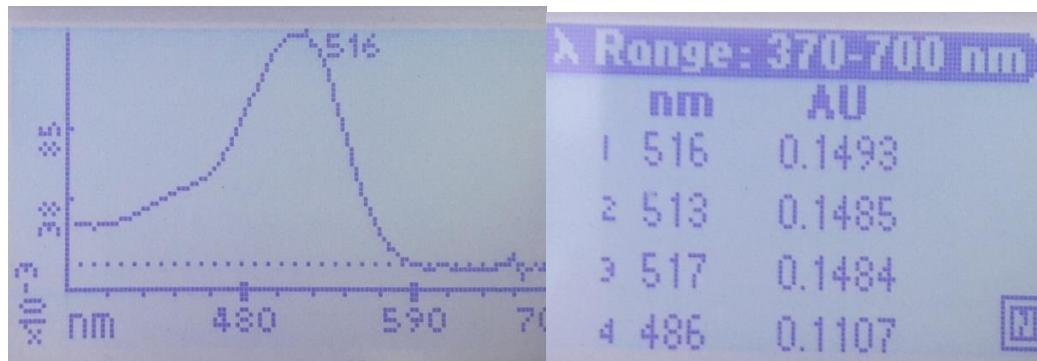


C

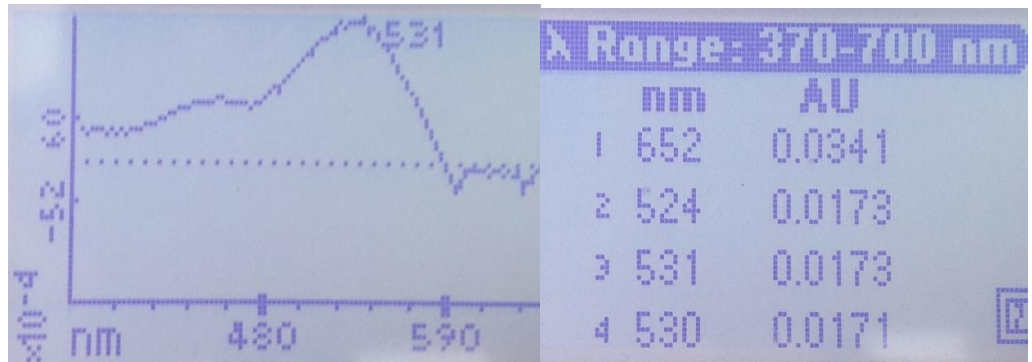


D





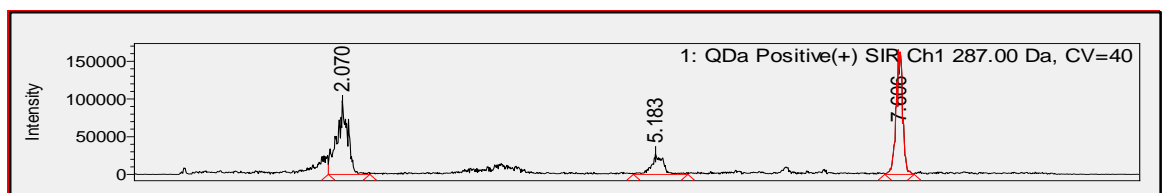
E



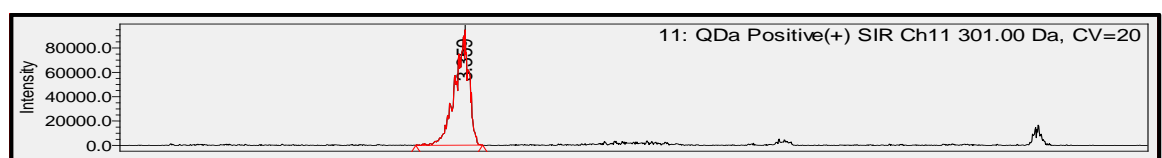
F

**სურათი 11:** მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფიით იდენტიფიცირებული ანთოციანების და მათი აგლიკონების შთანთქმის მაქსიმუმები: - **A**-მალვიდინ-3-0-გლუკოზიდი; **B**-ციანიდინ-3,5-0-დიგლუკოზიდი; **C**-მალვიდინ-3,5-0-დიგლუკოზიდი; **D**- პეონიდინ-3,5-0- დიგლუკოზიდი; **E**- ციანიდინი; **F**- პეონიდინი.

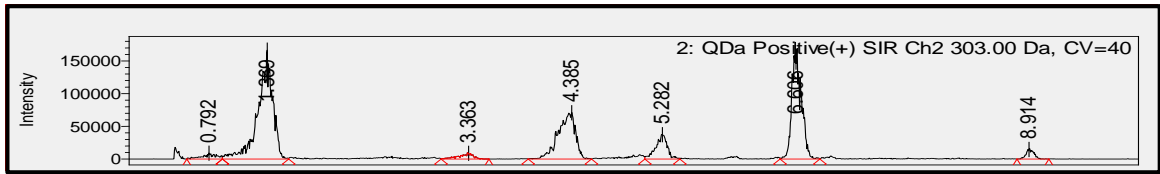
მიღებული შედეგების მეტი სიზუსტისათვის ანთოციანებისა და მათი აგლიკონების კვლევა ასევე განხორციელდა მასსპექტრომეტრული ანალიზით. დადგენილი იქნა 5 აგლიკონის ციანიდინის ( $m/z$ 287), პეონიდინის ( $m/z$ 301), დელფინიდინის ( $m/z$ 303), პეტუნიდინის ( $m/z$ 317) და მალვიდინის ( $m/z$ 331) არსებობა (სურ. 12).



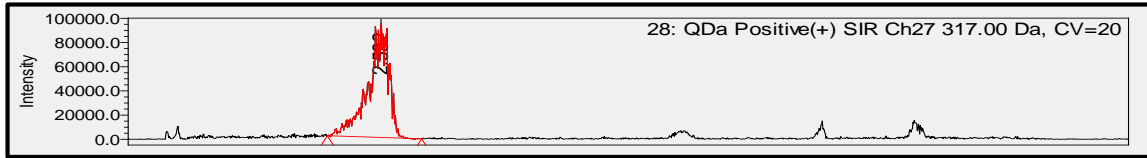
A



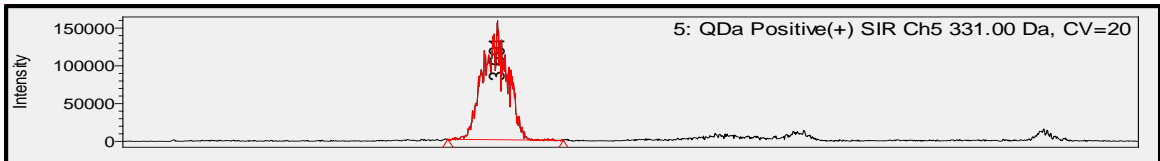
B



C



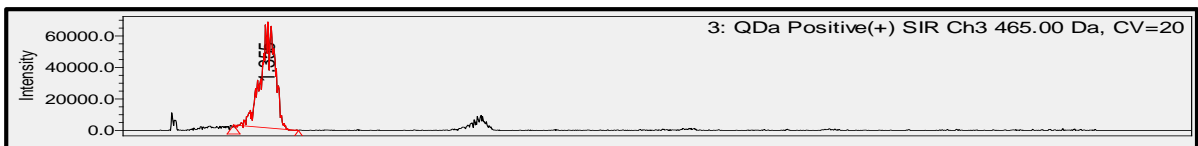
D



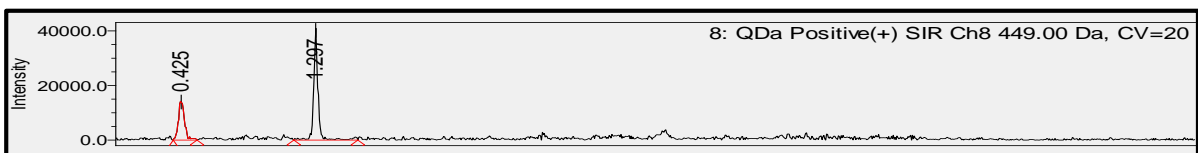
E

სურათი 12. ანთოციანების აგლიკონების UPLC-MS სპექტრი: A-ციანიდინი (m/z28), B- პეონიდინი (m/z301), C- დელფინიდინი (m/z303), D-პეტუნიდინი (m/z317) E- მალვიდინი (m/z331)

UPLC-MS მეთოდის გამოყენებით იგივე პირობებში ღვინის ნიმუშებში აგრეთვე იდენტიფიცირებული იქნა 9 ანთოციანი (სურ.13): დელფინიდინ-3-O-გლუკოზიდი (m/z465/303), ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი (m/z449/287), პეტუნიდინ-3-O-გლუკოზიდი (m/z479/317); პეონიდინ-3-O-გლუკოზიდი (m/z463/301); მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდი (m/z493/331); პეონიდინ-3-O-აცეტილგლუკოზიდი (m/z505/301); მალვიდინ-3-O-აცეტილგლუკოზიდი (m/z595/331); პეონიდინ-3-O-კუმარილგლუკოზიდი (m/z609 /301); მალვიდი- 3-O-კუმარილგლუკოზიდი (m/z611 /331).

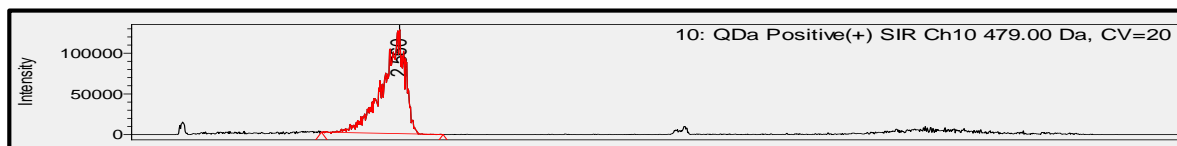


A

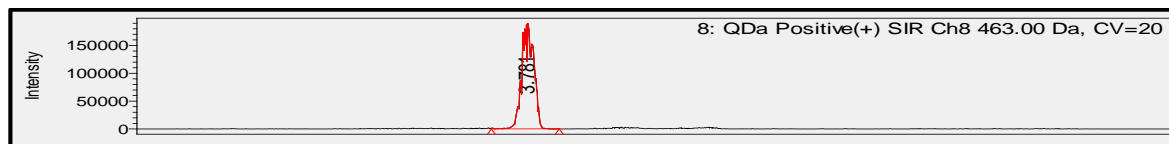




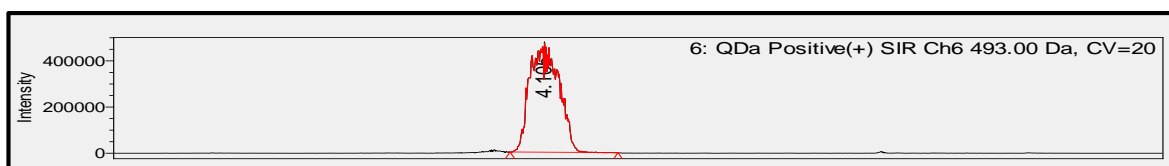
**B**



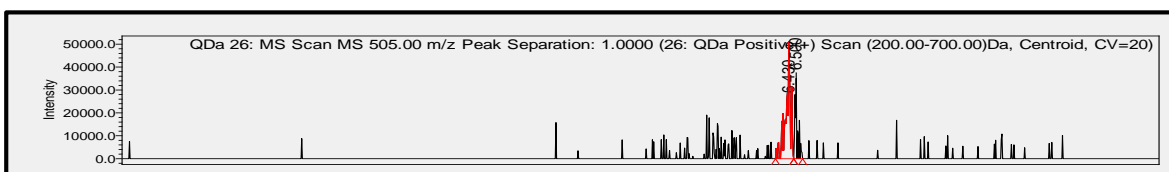
**C**



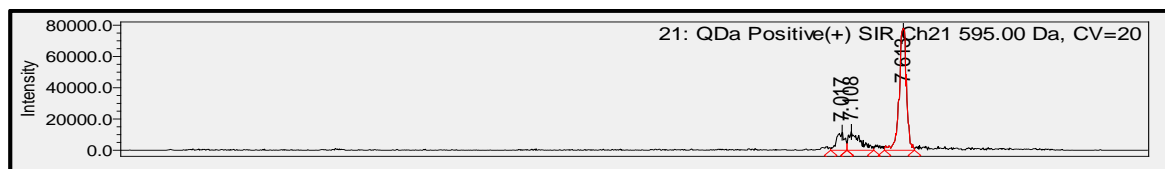
**D**



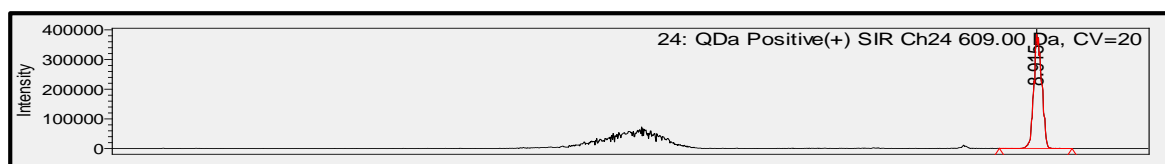
**E**



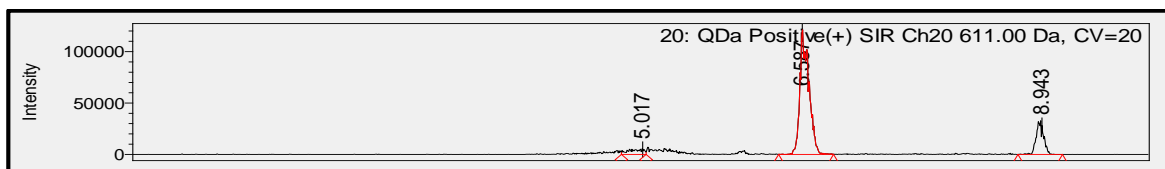
**F**



**G**



**H**

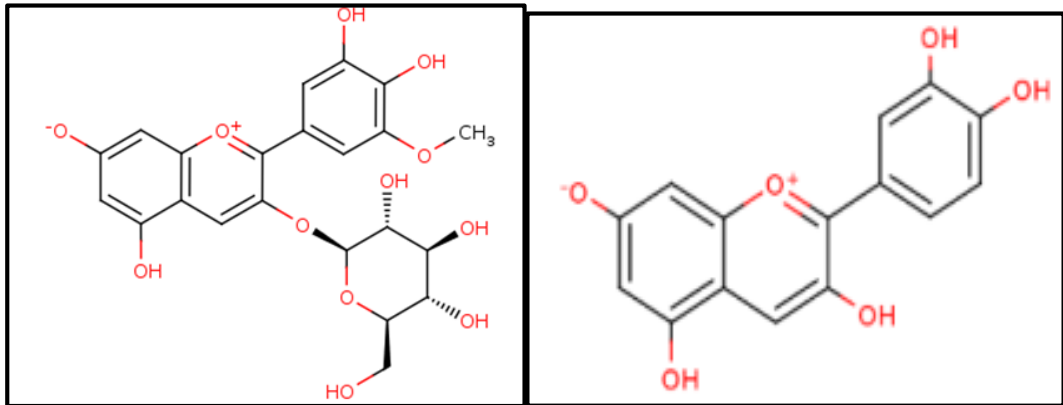


**I**

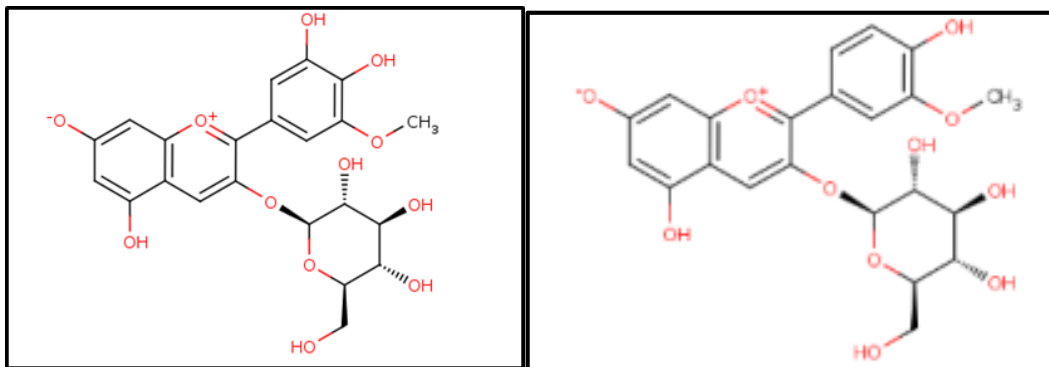
სურათი 13. ანთოცინების გლუკოზიდების UPLC-MS სპექტრი- A - დელფინიდი 3-O-გლუკოზიდი; B - ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი; C - პეტუნინ-3-O-გლუკოზიდი; D - პეონინ-3-O-გლუკოზიდი; E - მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდი; F -

პეონინ-3-O-აცეტილგლუკოზიდი;G – მალვიდინ-3-O-აცეტილგლუკოზიდი;H – პეონინ-3-O-კუმარილგლუკოზიდი;I – მალვიდინ-3-O-კუმარილგლუკოზიდი.

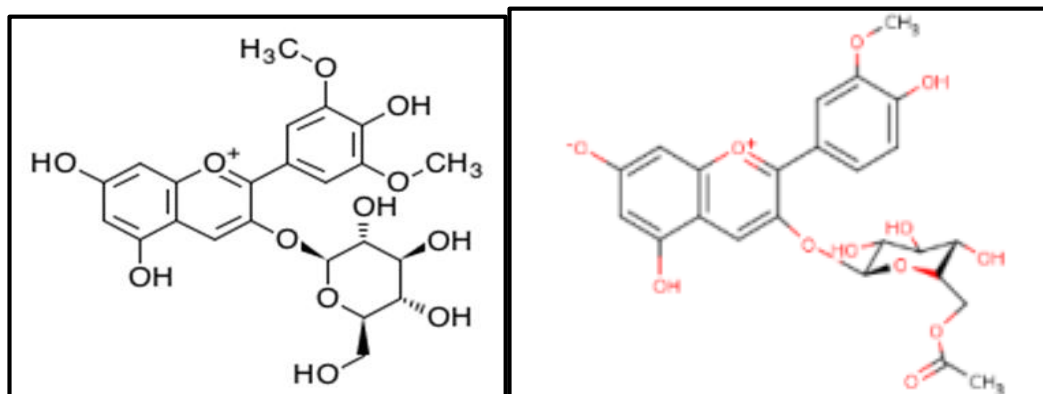
ყველა ნიმუშში რაოდენობრივად დომინანტობს მალვიდინის გლუკოზიდი. ღვინის ნიმუშები მონომერული ანთოციანების რაოდენობრივი შემცველობით განსხვავდება ჯიშების მიხედვით.



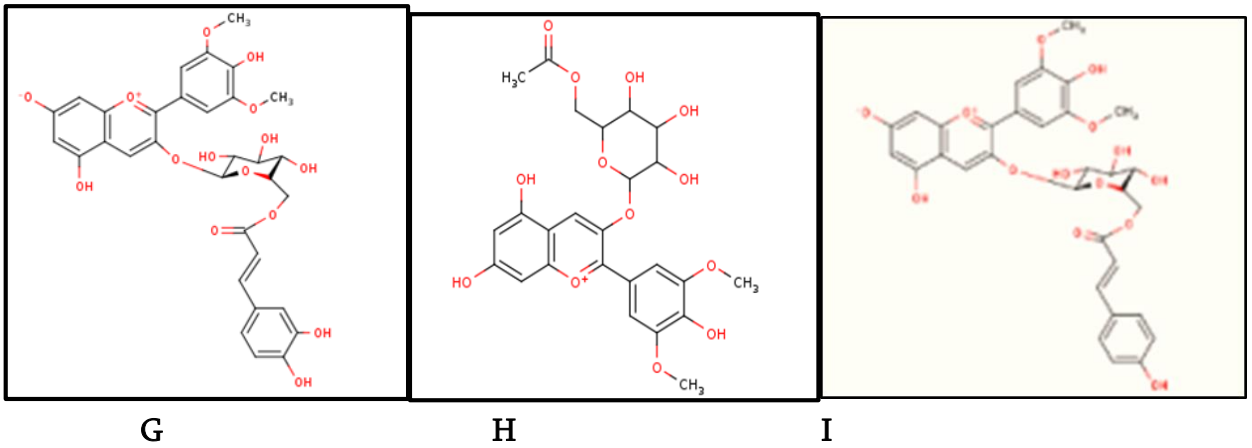
AB



CD



EF



სურათი 14. ანთოციანების გლუკოზიდების ფორმულები: A – დელფინიდინ-3-O-გლუკოზიდი; B – ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი; C - პეტუნიდინ-3-O-გლუკოზიდი; D - პეონიდინ-3-O-გლუკოზიდი; E - მალვიდინ-3-O-გლუკოზიდი; F – პეონიდინ-3-O-აცეტილგლუკოზიდი; G – მალვიდინ-3-O-აცეტილგლუკოზიდი; H – პეონიდინ-3-O-კუმარილგლუკოზიდი; I - მალვიდინ-3-O-კუმარილგლუკოზიდი;

*თავი 3. დასავლეთსაქართველოსავტოქოთონური ვაზის ჯიშების ყურძნისა და ღვინის ფენოლურ ნაერთთა რაოდენობრივი ანალიზი და მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა DPPH მეთოდით.*

**3.1. ჩხავერის ყურძნისა და ვარდისფერი ღვინის საერთო ფენოლების, ფლავონოლების, ანთოციანების და კატექინების რაოდენობრივი ანალიზი და ანტიოქსიდანტური აქტივობა**

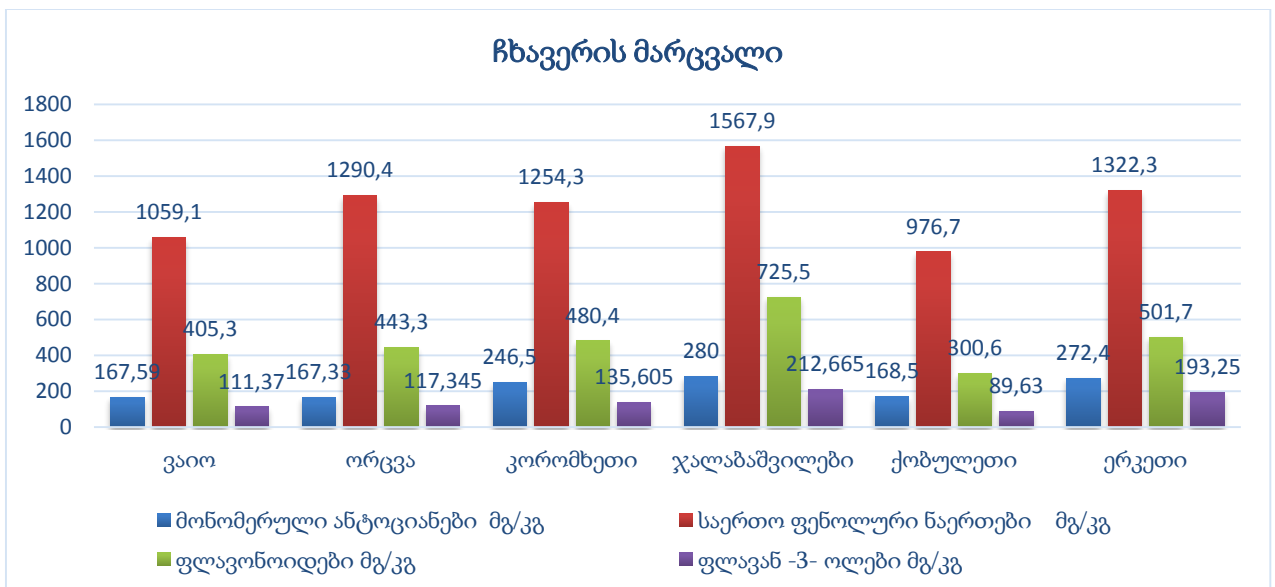
ჩხავერის ყურძენში განისაზღვრა საერთო ფენოლების, ფლავონოლებისა, ანთოციანების შემცველობა და შედარებული იქნა მათი რაოდენობები ადგილმდებარეობის მიხედვით. რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის ვიღებდით მარცვალს მთლიანად წიპწის გარეშე 5გ-ს, ექსტრაქციას ვახდენდით 90 %-ი სპირტით -20°C ტემპერატურაზე მრავალჯერადად (100 მლ), ექსტრაქტის სრულ გაუფერულებამდე და მიღებულ ექსტრაქტში ანალიზის მეთოდების შესაბამისად ვსაზღვრავდით ნივთიერებებს. კვლევას ვაწარმოებდით სამი წლის განმავლობაში (2014, 2015, 2016), ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე და კლიმატურ პირობებში.

2016 წლის რთველზე მოწეული ჩხავერის ყურძნის მარცვალში საერთო ფენოლების რაოდენობა მერყეობს 976.7–1567.9 მგ/კგ ნედლ მასაზე, მონომერული

ანტოციანები- 168.5–280.0მგ/კგ, ფლავონოლები -300,6–725,5 მგ/კგ, ხოლო კატექინების შემცველობა 89.63–212.665მგ/კგ ფარგლებში.მონომერულ ანტოციანებს შორის შედარებით მაღალი შემცველობა დაფიქსირდაზღვის დონიდან 780 მსიმაღლეზე აღებულჩხავერის მარცვალში - 280.0მგ/კგ (სოფ. ჩალაბაშვილები).ამ ნიმუშში ასევე მაღალია საერთო ფენოლების (1567.9მგ/კგ ),ფლავონოლების (725.5მგ/კგ) და კატექინების(212.665 მგ/კგ)რაოდენობა. შედარებით დაბალი მახასიათებლებით ხასიათდება ქობულეთის ტერიტორიაზე (ზღვის დონიდან 5 მ) საკოლექციოსაცდელ ნაკვეთზე გაშენებული ჩხავერი (მონომერული ანტოციანები-168.5 მგ/კგ, საერთო ფენოლები-976.7 მგ/კგ,ფლავონოლები-300.6 მგ/კგდა კატექინები-89.63 მგ/კგ ნედლ მასაზე გადაანგარიშებით), ხოლო გურიის, კერძოდ სოფელ ერკეთში (ზღვის დონიდან 360 მ) მოწეული ჩხავერის ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთთა შემცველობა საშუალო დონეზეა(დიაგრამა 2).

**საერთოფენოლების, ფლავონოლების, ანტოციანებისა და კატექინების რაოდენობრივი შემცველობა ჩხავერის ყურძნის მარცვალში**

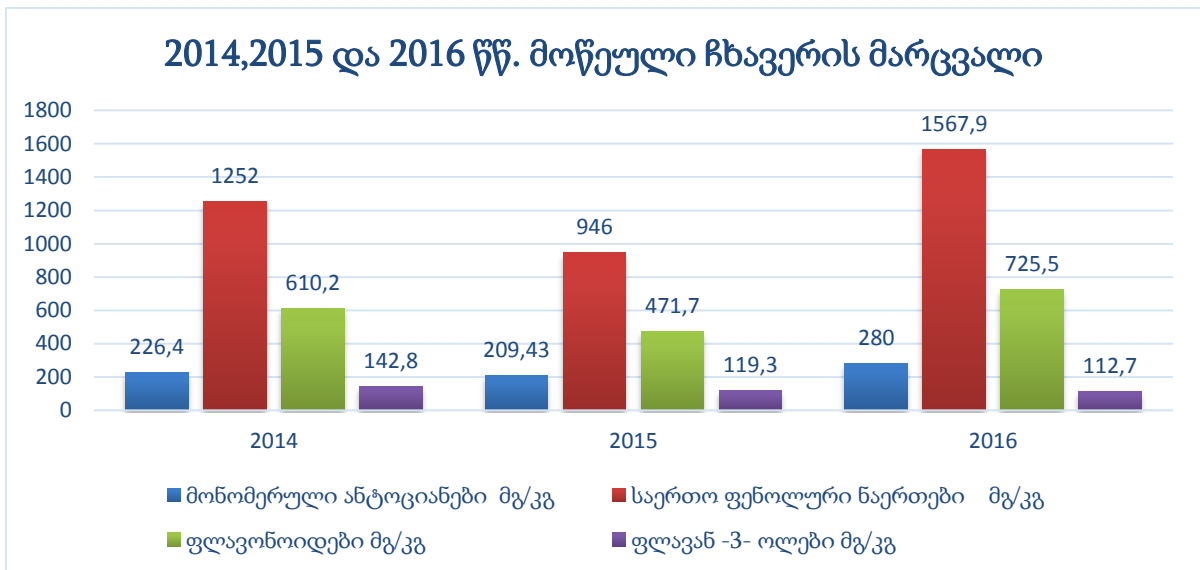
დიაგრამა 2



ნიმუშებს შორის ნაერთთა ასეთი შემცველობა, როგორც ჩანს ადგილმდებარეობით არის განპირობებული. კერძოდ, სოფლები - ვაიო, ორცვა, კორომხეთი და ჯალაბაშვილები ეკუთვნის ქედის მუნიციპალიტეტს და მდებარეობს მდინარე აჭარისწყლის მარცხენა მხარეს, მაგრამ ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე (300 – 780 მ).

2014, 2015, 2016 წელს აღებული ჩხავერისყურძნისმარცვალშისაერთოფენოლების, ფლავონოლების,ანტოციანებისა და კეტექინების რაოდენობრივიშემცველობა

დიაგრამა 3



შესაბამისად ჯალაბაშვილების ჩხავერის ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთთა შემცველობაც მაღალია, რადგანაც სიმაღლის მატებასთან ერთად მკაცრდება გარემო პირობები და მცენარე იძლიერებს იმუნიტეტს ფენოლური ნაერთების დაგროვების ხარჯზე (დიაგრამა 3).

მიღებული შედეგების შედარებისას აღმოჩნდა, რომ საერთო ფენოლების მაქსიმალური რაოდენობით გამოირჩევა 2016 წლის მოსავალი, საერთო ფენოლები - 1567,9 მგ/კგ, ფლავონოლები 725,5 მგ/კგ, კატექინები 212,665 და მონომერული ანტოციანები - 280,0 მგ/კგ ნედლ მასაზე გადაანგარიშებით. ეს აიხსნება იმით რომ 2016 წელი გამოირჩეოდა ვეგეტაციის ხანგრძლივი პერიოდით.

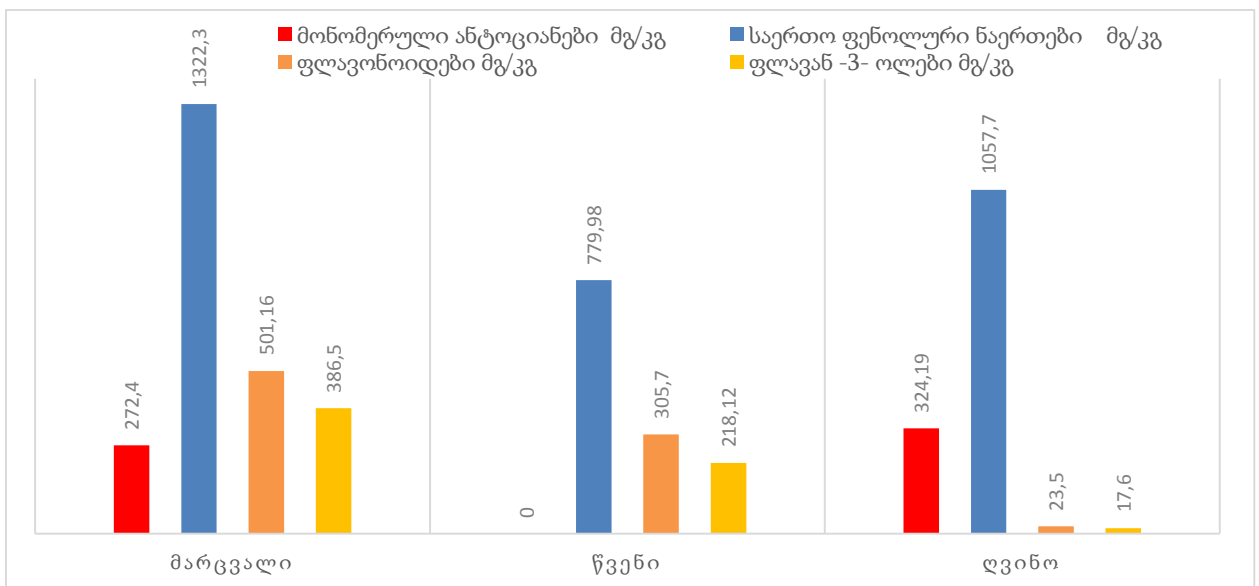
ყურძნის ფენოლური ნაერთები და მათი გარდაქმნის პროდუქტები აქტიურ მონაწილეობას იღებს ღვინის ტიპის ჩამოყალიბებისას და დამზადება - შენახვის ყველა ეტაპზე მიმდინარე რთული ბიოქიმიურ პროცესებში. ისინი უშუალო გავლენას ახდენენ ღვინის გემოზე, ბუკეტზე, ფერზე, გამჭვირვალობასა და სტაბილურობაზე.

მაცერაცია ღვინის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესია რომელიც ითვალისწინებს ყურძნის მყარი და თხევადი ფაზის ურთიერთქმედებას გარკვეული დროის განმავლობაში, რათა მივიღოთ უფრო მეტი ექსტრაქტულობის, სხეულისა და ფერის სასმელი. ჩხავერისაგან ვარდისფერი ღვინის დამზადების ტექნოლოგიის

შემუშავებისას ერთ-ერთი ძირითადი ამოცანაა სასიამოვნო, ტიპური ვარდისფერის შენარჩუნებამაცერაციისა და დავარგების პროცესში. ასევე გასათვალისწინებელია, ის გარემოება რომ მაცერაციის დროს ექსტრაქტული კომპონენტების სიჭარბემ ან არასაკმარისმა რაოდენობამ შეიძლება გააუარესოს მიღებული ღვინის შეფერვა, გემო და მისი ხარისხის განმსაზღვრელი სხვა მაჩვენებლები. ამიტომ ამ პროცესის განხორციელების რეჟიმის დადგენა უნდა მოხდეს ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის ინდივიდუალურად, ყურძნის ჯიშისა და მაცერირებული ტკბილიდან ან ღვინომასალიდან დასამზადებელი საბოლოო პროდუქტის პარამეტრების გათვალისწინებით.

#### ჩხავერის მარცვლის, წვენი და ღვინის ფენოლური ნაერთები.

დიაგრამა 4



ჩხავერის დაწურვისას წვენში ანთოციანები არ ფიქსირდება. მისი რაოდენობა მატულობს მაცერაციის პროცესში. (დიაგრამა 4).

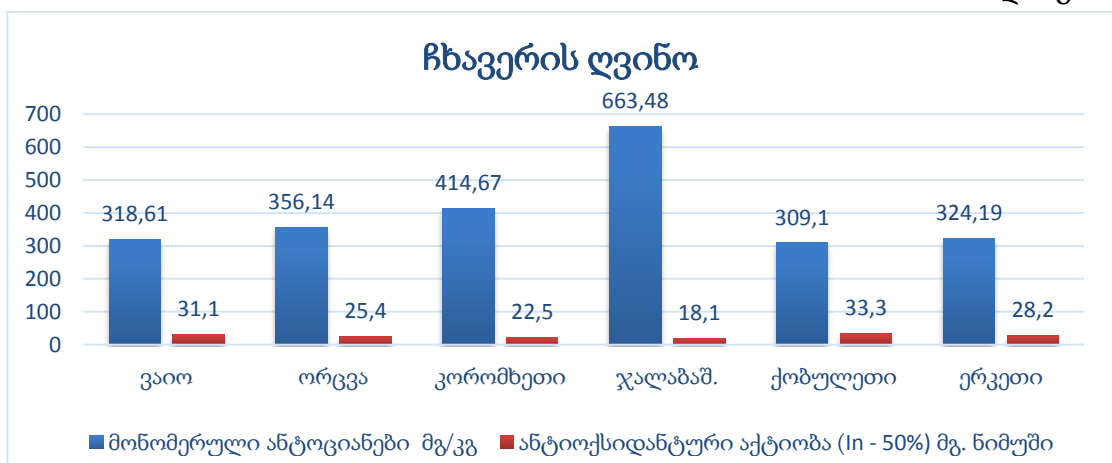
მაცერაციის პროცესის მიმდინარეობისას ანთოციანების საერთო კონცენტრაციას ვსაზღვრავდით ყოველდღე - ოპტომალური პერიოდის დასადგენად. ამავდროულად დურდოს ვამუშავებდით ფერმენტული პრეპარატებით თანაბარი დუღილის პროცესის უზრუნველსაყოფად. ვარდისფერი ღვინის მისაღებად

ოპტიმალური აღმოჩნდა მე-5 დღე. ამ დროის შემდეგ მართალია ფერის ინტენსივობა მატულობს, დურდო იძენს ვარდისფერისაგან განსხვავებით უფრო მუქ ტონალობას, მაგრამ მონომერული ანტოციანების რაოდენობა კლებულობს და შესაბამისად მიმდინარეობს ანტოციანების პიგმენტაცია - პოლიმერიზაცია. დურდოს დადუღების შემდეგ ღვინოში ფიქსირდება ექსტრაგირებული ანტოციანების 55%, რაც შეადგენს 324.19 მგ/კგ, საერთო ფენოლების 80 % ანუ 1057.7 მგ/კგ, ფლავონოლების 4 % ანუ 23.5 მგ/კგ და კატეხინების 3% ანუ 17.6 მგ/კგ.

საანალიზოდ აღებულ ჩხავერის ღვინის ნიმუშებში, ასევე განსაზღვრული იქნა ანტიოქსიდანტური აქტივობა (ნიმუშის რაოდენობა მილიგრამში, რომელიც ახდენს 50%-ანი DPPH-ის ინჰიბირებას). შედეგები მოცემულია დიაგრამაზე, საიდანაც შეიძლება დავასკვნათ, რომ წარმოდგენილი ღვინის ექვსივე ნიმუში ხასიათდება მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით, კერძოდ შედარებით მაღალია ჯალაბაშვილებში (ზღვის დონიდან 780 მ სიმაღლეზე) აღებული მოსავლის ჩხავერის ღვინის აქტივობა - 18,1 მგ და შედარებით დაბალია ქობულეთის ტერიტორიაზე (ზღვის დონიდან 5 მ სიმაღლეზე) მოწეული ჩხავერის ღვინის აქტივობა - 33,3 მგ (დიაგრამა 5).

**ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტივობა ჩხავერის ღვინოში**

დიაგრამა 5



მონომერული ანთოციანების რაოდენობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის არსებობს კორელაციური კავშირი, რაც მეტია მათი შემცველობა იზრდება ანტიოქსიდანტური აქტივობა.

სხვადასხვა სიმაღლეზე გავრცელებული ვაზის ჩხავერის ნაყოფი განსხვავდება საერთო მჟავიანობის, შაქრების, საერთო ფენოლების, მონომერული ანთოციანებისა და ფლავონოლების შემცველობით. ეს განპირობებულია კლიმატური პირობების გავლენით. შესწავლილი 6 ნიმუშიდან ნაერთების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ზღვის დონიდან ყველაზე მაღალ ტერიტორიაზე (780 მ) აღებული ნაყოფები. ჩხავერის ჯიშის ყურძნის წვენი მარცვლის კანისაგან განსხვავებით არ შეიცავს ანთოციანებს. მისი რაოდენობა მატულობს იმერული ტექნოლოგიით დამზადებულ ღვინოში, მაცერაციის პროცესში. ჩვენს მიერ დადგენილი იქნა მაცერაციის ყველაზე ოპტიმალური დრო 5 დღე. განსაზღვრული იქნა ანტიოქსიდანტურ აქტივობასა და მონომერული ანთოციანების შემცველობას შორის პირდაპირ პროპორციული კოლერაცია.

### ***3.2 ცოლიკოურის, ციცქას, კლარჯულის, კრახუნასა და ქუთათურას ყურძნის ნაყოფის და ღვინის საერთო ფენოლების, კატექინების, ფლავონოლების რაოდენობრივი ანალიზი და ანტიოქსიდანტური აქტივობა***

რაც შეეხება ციცქას, კლარჯულის, კრახუნას და ქუთათურას ყურძნის, საერთო ფენოლების (1748.98მგ/კგ), კატექინებისა (1147.73მგ/კგ) და ფლავონოლების (453.92მგ/კგ) მაღალი შემცველობით გამოირჩევა იმერეთში (სოფ. ოზჩა) აღებული ნიმუშები. რაოდენობრივად მათთან ახლოსაა ქედაში აღებული ნიმუშების მონაცემები-საერთო ფენოლების (1578.0 მგ/კგ), კატექინების (1006.0მგ/კგ) და ფლავონოლების (420.8მგ/კგ) მიხედვით. მიუხედავად იმისა, რომ ეს ორი ტერიტორია სხვადასხვა რეგიონს მიეკუთვნება კლიმატური პირობებით და მდებარეობა ზღვის დონიდან მსგავსია. ფლავონოლების შედარებით მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ქობულეთში აღებული ნიმუში რაც სავარაუდოდ გამოწვეულია იმით, რომ ფლავონოლების კონცენტრაცია ყურძნის მარცვალში იზრდება იმის მიხედვით თუ როგორ ექვემდებარება ეს ნაერთები მზის სხივის მოქმედებას. მიუხედავად იმისა რომ ტექნიკური და ბიოქიმიური მონაცემებით სამეგრელოს (ვედიდკარი) ნიმუში



სხვა ნიმუშებს არ ჩამოუვარდებოდა, ის გამოირჩევა ფენოლურ ნაერთთა ყველა კლასის შემცველობის შედარებით დაბალი დონით. საინტერესოა იმერეთში (ობჩა ) აღებული ციცქას ნიმუშში ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების შემცველობა, რომელიც მაღალია აჭარაში აღებული ვაზის ნიმუშთან შედარებით. ყველა ნიმუშში შენარჩუნებულია თანაფარდობა 3:2:1 საერთო ფენოლებს, კატექინებსა და ფლავონოლების რაოდენობრივ შემცველობას შორის. მეტად ტენიან პირობებში გაშენებული ვენახის ყურძნის მარცვლებში კატექინების კონცენტრაცია მეტია, მშრალ და მზიან ადგილებთან შედარებით. ეს შეიმჩნევა ციცქას ნიმუშზე, რომელიც აჭარაში იქნა აღებული.

DPPH მეთოდით ანტიოქსიდანტური აქტივობის დადგენისას მაღალი აქტივობით გამოირჩევა იმერეთის რეგიონის ნიმუშები. დადგინდა გარკვეული კორელაცია ფენოლურ ნაერთთა შემცველობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის(ცხრილი 9).

**ცოლიკოურის,ციცქას, კლარჯულას, კრახუნასა და ქუთათურას ყურძნის საერთო ფენოლები, ფლავონოლები, კატექინები და ანტიოქსიდანტური აქტივობა**

ცხრილი9

ყურძნის დასახელება	საერთოფენოლური ნაერთები გალისმჟავაზეგადაა ნგარიშებით მგ/კგ	ფლავონოლებირუ თინზეგადაანგარიშებით, მგ/კგ	კატექინები (+)-კატექინზე გადაანგარიშებით მგ/კგ	ანტიოქსიდანტური აქტივობა მგ ნიმუშისა 50%-ი ინჰიბირება
მ.1	1347,58 ± 26,95	449,50 ± 8,99	964,67 ± 19,29	35 ± 0,70
მ.2	1578, 00± 31,56	420,80 ± 8,42	1006,70± 20,13	33.3 ± 0,67
მ.3	1748.98 ± 34,98	453.92 ± 9,08	1147.73 ± 22,95	30.1 ± 0,60
მ.4	1135,55 ± 22,71	339,70 ± 6,79	828,00± 16,56	34.0 ± 0,68
მ.5	988,70± 19,77	317,90 ± 6,36	778,50± 15,57	38.4 ± 0,77
მ.6	1137,0 ± 22,74	340,00± 6,80	827,70± 16,55	34.2 ± 0,68
მ.7	1098,30± 21,97	337,20± 6,74	799,80± 16,0	35.1 ± 0,70

მ.8	998,90± 19,98	325,89 ± 6,52	779,80± 15,6	37.3 ± 0,75
მ.9	976,56 ± 19,53	315,70± 6,31	750,80±15,02	44.5 ± 0,89
მ.10	1582,68 ± 31,65	540,00± 10,80	1052,82 ± 21,06	32.6 ± 0,65
მ.11	1410,00± 28,20	481,50± 9,63	1001,50± 20,03	36.1 ± 0,72
მ.12	1280,56 ± 25,61	420,00± 8,40	918,43 ± 18,37	39.1 ± 0,78
მ.13	1265,92 ± 25,32	346,90± 6,94	954,97 ± 19,1	40.2 ± 0,80
მ.14	902,91 ±18,06	196,50± 3,93	772,00± 15,44	37.4 ± 0,75

საერთო ფენოლების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა აჭარისა და იმერეთის ზონაში მოწეული ციცქას ყურძნის ნიმუშები 1410.0 – 1582.0 მგ/კგ, შესაბამისად მაღალია მათი ანტიოქსიდანტური პოტენციალიც 30.1– 44.5 მგ.

განსაზღვრული იქნა დასავლეთ საქართველოს სამ რეგიონში (აჭარა, სამეგრელო, იმერეთი) ხუთი თეთრი ჯიშის ყურძნიდან (ცოლიკოური, ციცქა, კლარჯულა, კრახუნა და ქუთათური) დაყენებული ღვინის 14 ნიმუშში ფენოლური ნაერთების რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტივობა. აჭარაში, ფენოლური ნაერთების საერთო რაოდენობა ყველაზე მეტია ცოლიკოურიდან დაყენებულ ორ ღვინოში დ.1(686.0მგ/კგ) და დ.2 (633.4 მგ/კგ) . მათ მოჰყვება ციცქა (დ.3) , კლარჯულა (დ.4) და კრახუნა(დ. 5), შესაბამისად 611.0, 488.88, 405.8 და 386.68 მგ/კგ.კატექინების და ფლავონოლების შემთხვევაში ხუთივე ჯიშიდან დაყენებულ ღვინოებში კატექინების რაოდენობა იცვლება 32.5-დან 42.53 მგ/ლ-ში, ხოლო ფლავონოლები 105 მგ-დან 272მგ-მდელიტრში(ცხრილი10).

**ცოლიკოურის, ციცქას, კლარჯულას, კრახუნასა და ქუთათურას ღვინის ფენოლური ნაერთები და ანტიოქსიდანტური აქტივობა**

ცხრილი 10

№ ღვინო	საერთოფენოლური ნაერთებიგალისმჟავაზეგადაანგარიშებით მგ/ლ	კატექინები (+)-კატექინზე გადაანგარიშებით მგ/ლ	ფლავონოლებირუთინზეგადაანგარიშებით, მგ/ლ	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (In - 50%) მგ. ნიმუშის
დ.1	686.0 ± 20,58	42.35 ± 1,27	220,2 ± 6,61	24,3 ± 0,73

დ.2	633.4 ± 19,00	37.96 ± 1,14	220,8 ± 6,62	25,2 ± 0,76
დ.3	611.0 ± 18,33	40.00±1,20	272,0± 8,16	27,6 ± 0,83
დ.4	488.9± 14,67	33.81 ± 1,01	170,0± 5,10	29,1 ± 0,87
დ.5	405.8 ± 12,17	32.50± 0,98	109,0± 3,27	30,1 ± 0,90
დ.6	386.7± 11,60	35.78 ± 1,07	105,0± 3,15	28,1± 0,84
დ.7	499.7 ± 14,99	37.80± 1,13	161.3 ± 4,84	26,5 ± 0,80
დ.8	488.7 ± 14,66	35.50± 1,07	151.9 ± 4,56	30,2 ± 0,91
დ.9	504.2 ± 15,13	38.96 ± 1,17	162.5 ± 4,88	26,3 ± 0,79
დ.10	497.8 ±14,93	36.90±1,11	159.7 ± 4,79	27,2 ± 0,82
დ.11	490.5 ± 14,72	36.40± 1,09	155.6 ± 4,67	28,1 ± 0,84
დ.12	476.6 ± 14,30	33.00±0,99	145.9 ± 4,38	37,1 ± 1,11
დ.13	845.0 ± 25,35	45.25 ± 1,36	380,0± 11,40	22,4 ± 0,67
დ.14	653.2 ± 19,60	44.85 ± 1,35	392,0± 11,76	22,3 ± 0,67

აღსანიშნავია ის რომ მთიან აჭარაში (ქედას მუნიციპალიტეტი) დამზადებული ცოლიკოურის ყურძნიდან დაყენებული ღვინო (დ.1) უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს ფენოლების ჯამს (686მგ/ლ) და კატექინებს (42.35მგ/ლ) ვიდრე ქობულეთში დაკრეფილი იმავე ჯიშის ყურძნიდან დაყენებული ღვინო (დ.2) შესაბამისად 633.4 და 37.96მგ/ლ, ხოლო ფლავონოლები კი ორივე ღვინოში თითქმის თანაბარი რაოდენობითაა (შესაბამისად 220.2 და 220.8მგ/ლ). ასევე იმერეთში (ბაღდადის მუნიციპალიტეტი) დაკრეფილი ციციქას (დ.14) და ცოლიკოურის ( დ.13) ყურძნიდან დაყენებული ღვინის (ცხრილი10) ფენოლებისჯამი (653.22 და 845.0 მგ/ლ), კატექინები (44.85 და 45.25მგ/ლ)დაფლავონოლები (392 და 380 მგ/ლ) აღემატება აჭარაში (ქობულეთის მუნიციპალიტეტი) იმავე ჯიშის ყურძნიდან დაყენებული ღვინის (დ.1, დ.2.) ფენოლურ ნაერთებს (შესაბამისად633.4 და 611.0 მგ/ლ), კატექინებს (37.96 და 40.0 მგ/ლ) და ფლავონოლებს (220.8 და 272 მგ/ლ).

სამეგრელოს რეგიონის მარტვილის მუნიციპალიტეტის ექვს სოფელში (ცხრილი 3) დაკრეფილი ცოლიკოურის ყურძნიდან დაყენებული ღვინოებში ფენოლების საერთო რაოდენობა იცვლება 476.6 მგ/ლ (დ.12) 504.2 მგ/ლ( დ.9) ,

კატეჯინები 45.25 მგ/ლ (ღ.12) 38ლ96 მგ/ლ (ღ.9), ხოლო ფლავონოლები 145,9 მგ/ლ (ღ.12) 162. 5მგ/ლ (ღ.9). სამივე რეგიონიდან აღებული ნიმუშებიდან ანტიოქსიდანტური აქტიურობით გამოირჩევა აჭარის, იმერეთის ცოლიკოურისა და იმერეთის ციცქადან დაყენებული ღვინოებიღ.1,ღ.2,ღ.13,ღ.14. შესაბამისად ღვინის ნიმუშის 24.3; 25.2; 22.4; 22.3 მგ არის საკმარისი DPPH რადიკალის 50 % ინჰიბირებისათვის.

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს სხვა ქვეყნებში გავრცელებული ვაზის თეთრიჯიშებიდან დაყენებული ღვინოების ფენოლური ნაერთების რაოდენობრივი შემცველობა. ასე მაგალითად ჩეხეთში გავრცელებული სხვადასხვა ჯიშის ყურძნიდანდაყენებული 24 ღვინოში ფენოლების ჯამი იცვლება 292მგ-დან 858მგ-მდე ლიტრში. ასევე ჩეხეთში წარმოებულ 8 თეთრ ღვინოში ფენოლების საერთო რაოდენობა მერყეობს 90მგ-დან 166 მგ-მდე ლიტრში (Stratil P., Kuban V...), ხოლოსაბერძნეთშიდამზადებულორთეთრღვინოში-450მგ/ლ და 267მგ/ლ(Roussis G.I., ambropoulos I.L...).

### ***3.3. წითელყურძნიანი ვაზის ჯიშის ყურძენსა და ღვინოში საერთო ფენოლების, მონომერული ანთოციანების, კატეჯინების, ფლავონოლების რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტივობა***

შესწავლილია საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში კულტივირებული ვაზის 5 წითელყურძნიანი ჯიშისალექსანდროულის (რაჭა), მუჯურეთულის (რაჭა), საფერავის (კახეთი), ოცხანური საფერეს (იმერეთი), ოჯალეშის (სამეგრელო) ფენოლური ნაერთები.ყურძენში განსაზღვრული იქნა საერთო ფენოლების, კატეჯინების დაფლავონოლების რაოდენობრივი შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტივობა.

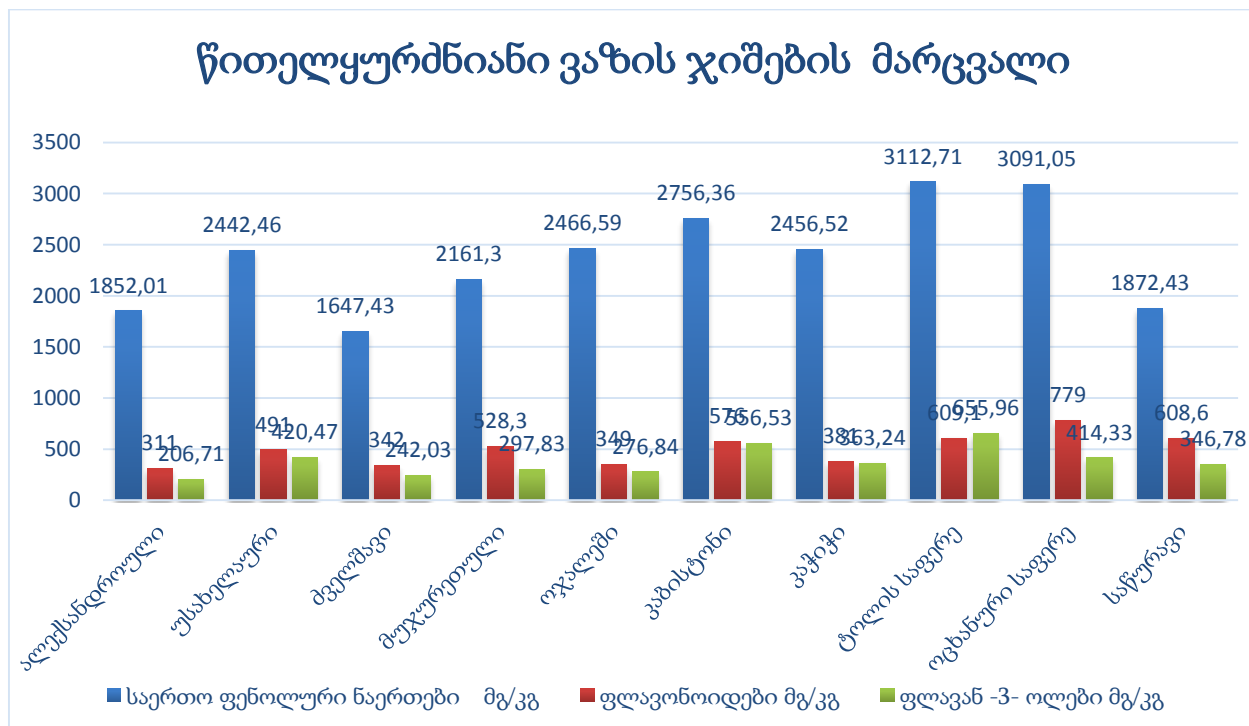
საანალიზოდ აღებულიყურძენი (მოსავალი 2015-2016 წწ) ხასიათდებაბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების მაღალი შემცველობით, წარმოდგენილი ნიმუშები განსხვავდება ფენოლური ნაერთების შემცველობით. კერძოდ საერთო ფენოლების შემცველობა 1647,43 - 3112,71მგ/კგ. შედარებით მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ტოლის საფერეს (3112,71 მგ/კგ) და ოცხანური საფერეს (3091,05მგ/კგ) ყურძნის ნიმუშები. წარმოდგენილ ნიმუშებს შორის შედარებით დაბალია ძველშავსა და საწურავში ფენოლური ნაერთების კონცენტრაცია - 1647,43-

1872,43მგ/კგ. ფენოლური ნაერთების შემცველობის მსგავსად ფლავონოლებიც წარმოდგენილია მსგავსი თანაფარდობით. მისი შემცველობა 311,0 - 609,1 მგ/კგ, ხოლო ფლავან-3-ოლები 206,71-655,96მგ/კგ ფარგლებშია. ფენოლური ნაერთებისა და ფლავონოლების შემცველობას შორის კორელაციური დამოკიდებულება გამოიხატება 1: 5- 1: 6 თანაფარდობით.

წითელყურძნიანი ჯიშის ყურძნის თითქმის ყველა ჯიშში - უსახელაური, ძველშავი, კაბისტონი, ოცხანური საფერე, ტოლის საფერე, ალექსანდროული, მუჯურეთული, კაჭიჭი, ოჯალეში და საწურავი ანთოციანები ლოკალიზებულია მარცვლის კანში. განსაკუთრებით კი მათი დიდი ნაწილი რბილობის მიმდებარენა წილშია. სწორედ ანთოციანები განსაზღვრავს მარცვლის შეფერილობას დამწიფების პერიოდში, ხოლო ღვინის შეფერილობას – დადულების შემდეგ.

**საერთო ფენოლები, ფლავონოლებისა და კატექინების შემცველობა წითელყურძნიანი ვაზის ჯიშებში**

დიაგრამან



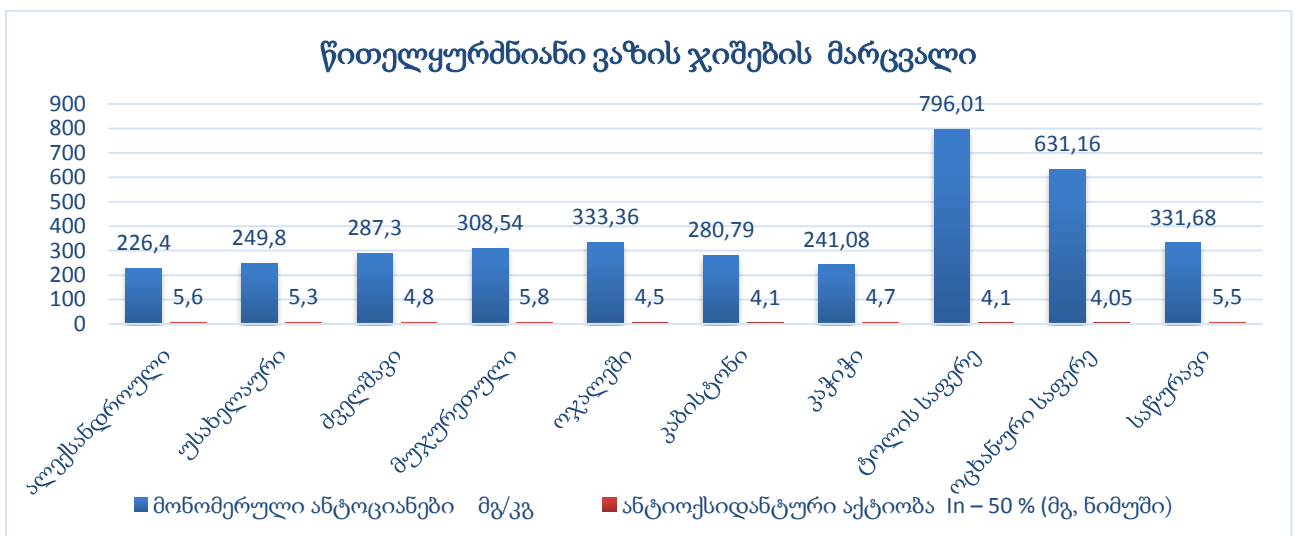
ყურძნის სხვადასხვა ჯიშს გააჩნია ანთოციანების წარმოქმნისა და დაგროვების ინდივიდუალური თავისებურება. მონომერული ანთოციანების შემცველობა ტოლის

საფერეს ყურძენში 796,01მგ/კგ, მას მოსდევს ოცხანური საფერე631,16 მგ/კგ რაოდენობით. ოჯალეშისა და საწურავის მარცვალში ანტოციანები თითქმის თანაბარი რაოდენობითაა წარმოდგენილია - 333,36 და 331,68 მგ/კგ. (დიაგრამა7). საანალიზოდ აღებულ ნიმუშებს შორის შედარებით ნაკლებია ანტოციანების შემცველობა ალექსანდროულის - 226,4 მგ/კგ, უსახელაურის - 249,8 მგ/კგ, ძველშავის -287,3 მგ/კგ , მუჯურეთულის - 308,54 მგ/კგ და კაჭიჭის - 241,08 მგ/კგ ნედლ მასაზე გადაანგარიშებით.

საანალიზო ყურძნის მარცვლის ექსტრაქტები ხასიათდება მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით, რადიკალის მიერ ბიოლიურად აქტიურ ნაერთთა 50% ინჰიბირებისათვის საჭირო გახდა ექსტრაქტის 1გ/100მლ-ში 1:2-თან განზავება, მიღებული შედეგების შეჯერებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით გამოირჩევა ტოლის საფერე - 4, ოცხანური საფერე - 4 და კაბისტონი - 4.1მგ . ძველშავის, ოჯალეშისა და კაჭიჭის ყურძნის ექსტრაქტის ანტიოქსიდანტური აქტივობა 4.8, 4.5 და 4.7 მგ-ია. ალექსანდროულის, უსახელაურის, მუჯურეთულისა და საწურავის ყურძნის ნიმუშები მსგავსი აქტივობით ხასიათდება - 5.6, 5.3, 5.8 და 5.5 მგ (დიაგრამა 7).

**წითელყურძნიანი ვაზის ჯიშისყურძნში მონომერული ანტოციანების შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტივობა**

დიაგრამა7

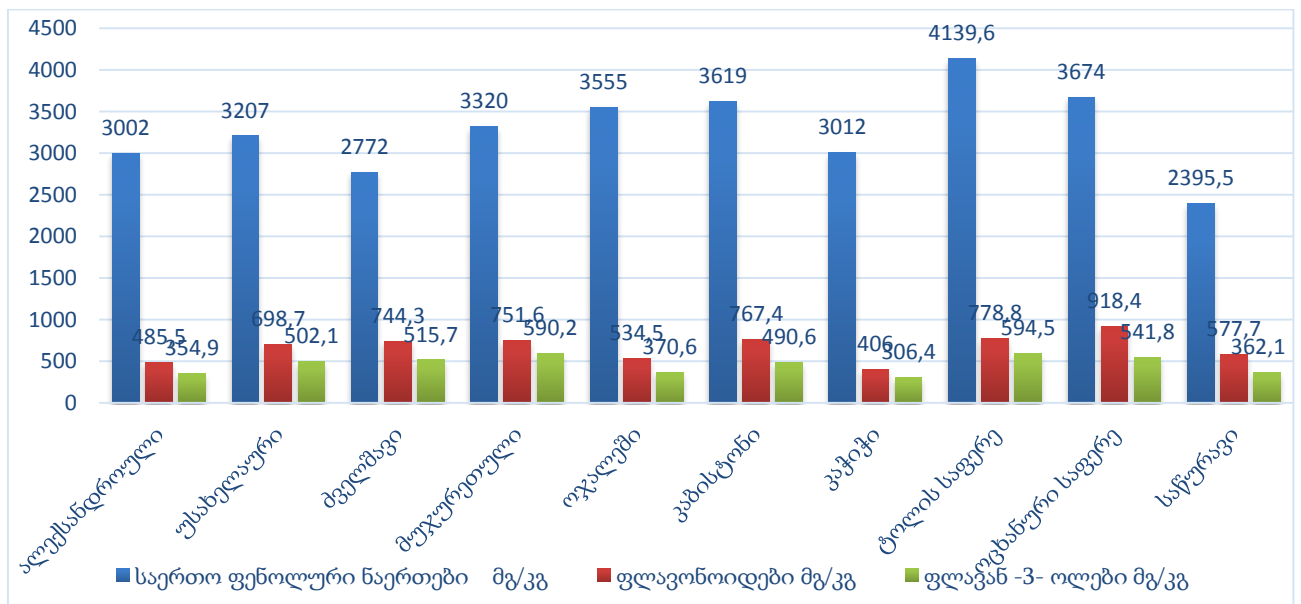


შესწავლილი იქნა დასავლეთ საქართველოს სამ რეგიონში აჭარა, იმერეთი და სამეგრელოს სხვადასხვა ადგილას გაშენებული წითელყურძნიანი ჯიშის (ალექსანდროული, უსახელაური, ძველშავი, მუჯურეთული, ოჯალეში, კაბისტონი, კაჭიჭი, ტოლის საფერე, ოცხანური საფერე და საწურავი) ყურძნებისაგან დამზადებული ღვინოები. წარმოდგენილი ღვინის ნიმუშებში საერთო ფენოლური ნაერთების შემცველობა მერყეობს 2395.5-4139.6მგ/ლ. შედარებით მაღალი შემცველობით ხასიათდება ტოლის საფერეს (4139.6მგ/ლ), კაბისტონის (3619.0 მგ/ლ) და ოცხანური საფერეს (3674.0მგ/ლ) ღვინის ნიმუშები (დიაგრამა 8).

ხოლო შედარებით დაბალია ძველშავისა და საწურავის ფენოლური ნაერთების კონცენტრაცია - 2772.0-2395.5მგ/ლ. ფენოლური ნაერთების შემცველობის მსგავსად ფლავონოიდებიც წარმოდგენილია მსგავსი თანაფარდობით. მათი შემცველობა მერყეობს 406.0– 918.4მგ/ლ, ხოლო კატექინების 354.9-594.5მგ/ლ ფარგლებშია (დიაგრამა 8).

### საერთო ფენოლების, კატექინების და ფლავონოიდების შემცველობა წითელყურძნიანი ვაზის ყურძნისღვინოში

დიაგრამა 8



ღვინის ანტიოქსიდანტური აქტივობასა და მონომერული ანტოციანების რაოდენობრივ შემცველობას შორის მკვეთრად არის გამოხატული პირდაპირპროპორციული კორელაცია (ცხრ. 20). მონომერული ანტოციანების

მაღალი შემცველობით ხასიათება ალექსანდროულის დაუძველებელი ღვინის ნიმუში - ალექსანდროული 1 (871.7 მგ/ლ); მასში დაფიქსირდა მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა - 59.6%. მუჯურეთულის ღვინის ნიმუშში მონომერული ანტოციანების ჯამური რაოდენობა დანარჩენ ნიმუშებთან შედარებით დაბალია (327.1მგ/ლ) და შესაბამისად დაბალია მისი ანტიოქსიდანტური აქტივობაც - 36.4%.

იდენტიფიცირებული ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობა ღვინის ნიმუშებში განსხვავებულია და იცვლება ჯიშისა და ღვინის ასაკის მიხედვით (ცხრილი 12). საკვლევ ნიმუშებში დომინანტია მალვიდინის-3-გლუკოზიდი. ამასთან ყველაზე მეტი რაოდენობით იგი საფერავის ღვინის ნიმუშშია (264.05 მგ/ლ), ხოლო ყველაზე ნაკლები რაოდენობით მუჯურეთულისა და ოჯალეშის ყურძნის ჯიშებიდან დამზადებულ ნიმუშებში, შესაბამისად 125,44 და 126,99 მგ/ლ. მალვიდინი-3-გლუკოზიდის შემდეგ ღვინის ნიმუშებში დომინანტობს ოჯალეშის ყურძნის ღვინოშიციანიდინ-3-გლუკოზიდი(89.36 მგ/ლ), ხოლო დანარჩენი ჯიშებიდან დამზადებულ ღვინოებშიპეტუნინდინ-3-გლუკოზიდი. პეონიდინ-3-გლუკოზიდის დაბალი შემცველობით (12.95 მგ/ლ) გამოირჩევა ოცხანური საფერეს ღვინის ნიმუში; მალვიდინ 3-O-აცეტილგლუკოზიდის ყველაზე დაბალი შემცველობა (2.48 მგ/ლ) დაფიქსირდა მუჯურეთულის ნიმუშში.

**ანტოციანების შემცველობა ღვინის ნიმუშებში**

ცხრილი11

№	ანტოციანები, მგ/ლ	ალექსანდ-როული-1	ალექსანდ-როული -2	საფერავი	მუჯურე-თული	ოჯალეში	ოცხანუ-ლისაფერე
1	დელფინდინ-3-გლუკოზიდი	52.13	11.22	47.75	13.57	41.30	34.60
2	ციანიდინ-3-გლუკოზიდი	11.72	6.59	6.88	5.40	89.36	3.89
3	პეტუნინდინ-3-გლუკოზიდი	101,55	43.14	92.42	39,28	77.25	53.24
4	პეონიდინ-3-გლუკოზიდი	47.68	27.48	27.65	21.92	46.26	12.95
5	მალვიდინ-3-გლუკოზიდი	353.13	171.49	264.05	125.44	126.99	136.83
6	პეონიდინ-3-აცეტილგლუკო	15.78	7,03	33.06	13.74	19.69	4.69



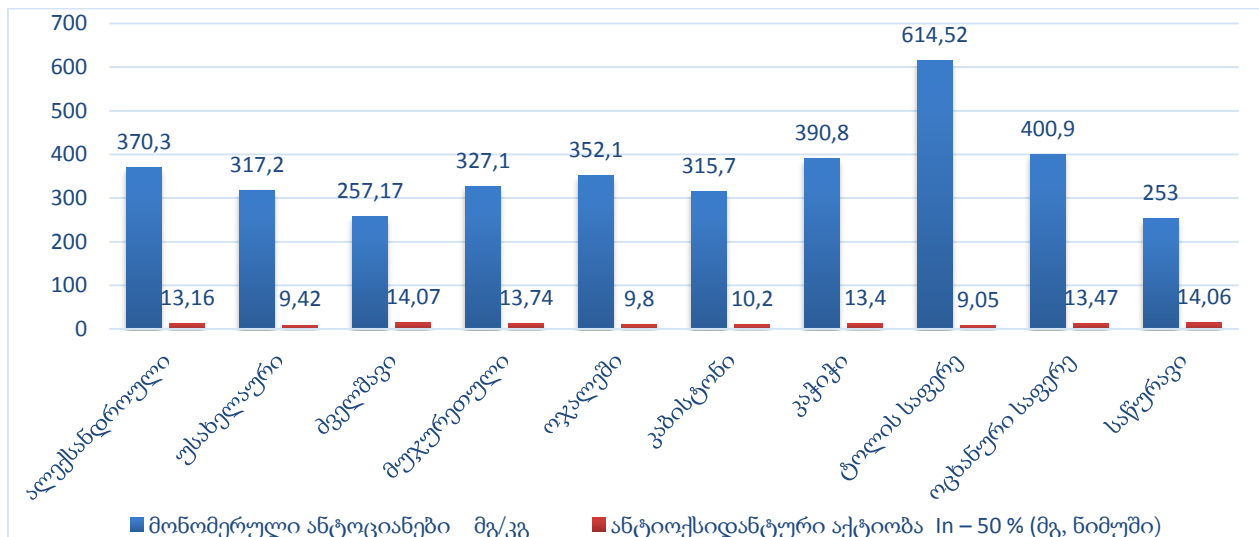
	ზიდი						
7	მალვიდინ-3- აცეტილგლუკოზი ზიდი	144.27	18.40	13.76	2.42	23.16	34.60
8	მალვიდინ-3- კუმარილგლუკოზი	19.96	7.44	9.40	4.97	2.48	3.25
9	პეონიდინ-3- კუმარილგლუკოზი	94.58	34.36	34.10	25.02	9.44	14.55
	ჯამი	871.70	370.30	614.50	327.10	621,0	400.9

გამოკვლევის შედეგებმა (ცხრილი11) გვაჩვენა, რომ ალექსანდროულის ყურძნიდან დამზადებულ ღვინოში ერთი წლის დაძველების შემდეგ ანტოციანების რაოდენობა მცირდება: მალვიდინ-3-0-აცეტილგლუკოზიდის 7.8-ჯერ (144.27 მგ-დან/ლ 18.40 მგ-მდე/ლ), დელფინიდინ-3-გლუკოზიდის 4.6-ჯერ (52.13 მგ-დან/ლ 11.22 მგ-მდე/ლ), მალვიდინ-3-კუმარილგლუკოზიდის და პეონიდინ-3-კუმარილგლუკოზიდის 2.7-ჯერ (შესაბამისად, 19.96 მგ-დან/ლ 7.44 მგ-მდე/ლ და 94.58 მგ-დან/ლ 34.36 მგ-მდე/ლ), პეტუნიდინ-3-გლუკოზიდის და პეონიდინ-3-აცეტილგლუკოზიდის 2-ჯერ (შესაბამისად, 101.55 მგ-დან/ლ 43.14 მგ-მდე/ლ და 15.78 მგ-დან/ლ 7.03 მგ-მდე/ლ), მალვიდინ-3-გლუკოზიდის – 51.4%-ით (353.13 მგ-დან/ლ 171.49 მგ-მდე/ლ), ციანიდინ-3-გლუკოზიდის – 44%-ით (11.72 მგ-დან/ლ 6.59 მგ-მდე/ლ), პეონიდინ-3-გლუკოზიდის 42%-ით (47.68 მგ-დან/ლ 27.48 მგ-მდე/ლ), ხოლო ანტოციანების საერთო რაოდენობა მცირდება 2.4-ჯერ (871.7 მგ-დან/ლ 370 მგ-მდე/ლ).

ანტოციანების ჯამური რაოდენობით მსგავსია საფერავისა და ოჯალემის ნიმუშები; მათში იდენტიფიცირებული ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობა თითქმის ორჯერ მაღალია, ალექსანდროულისა და მუჯურეთულის ნიმუშებთან შედარებით.

ალექსანდროულის ღვინის ნიმუშის ერთი წლით დაძველება (ალექსანდროული 2) ანტოციანების რაოდენობის შემცირებასთან ერთად, იწვევს ანტიოქსიდანტური აქტივობის შემცირებას (59,6-დან 38,0 %-მდე)(დიაგრამა 9).

**ღვინის ნიმუშების ანტოციანების შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტიობა**



გამოვლინდა პირდაპირ პროპორციული კორელაცია ღვინის ანტოციანების რაოდენობრივ შემცველობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის. ღვინის ერთი წლით დაძველების პროცესში მცირდება მონომერული ანტოციანების რაოდენობა და მისი ანტიოქსიდანტური აქტივობა.

### დასკვნა:

- შესწავლილია დასავლეთსაქართველოსავტოქთონური ვაზის 16ჯიშის ყურძნის და ღვინისფენოლური ნაერთები.
- საქართველო მეღვინეობის რეგიონებში გავრცელებული ვაზისწითელყურძნიანი ჯიშებისალექსანდროულის, მუჯურეთულის, საფერავის, ოცხანური საფერეს და ოჯალეშის ყურძნიდან დაყენებულღვინოშიიდენტიფიცირებულია 9 ანტოციანი: დელფინიდინ-3-0-გლუკოზიდი, ციანიდინ-3-0-გლუკოზიდი, პეტუნინდინ-3-0-გლუკოზიდი, პეონიდინ-3-0-გლუკოზიდი, მალვიდინ-3-0-გლუკოზიდი, პეონიდინ-3-0-აცეტილგლუკოზიდი, მალვიდინ-3-0-აცეტილგლუკოზიდი, პეონიდინ-3-0-კუმარილგლუკოზიდი და მალვიდინ-3-0-კუმარილგლუკოზიდი. ყველა ნიმუშში რაოდენობრივად დომინანტობს მალვიდინ-3-0-გლუკოზიდი.
- აჭარასა, იმერეთსა და სამეგრელოშიგავრცელებულიხუთითეთრყურძნიანიჯიშისცოლიკოურის, ციცქას, კლარჯულას, კრახუნასდაქუთათურას ყურძნიდანდაყენებულღვინოში,

იდენტიფიცირებულია 5 ფლავონოიდი: (-)-ეპიკატექინი, პროციანიდინი B2, კვერცეტინ-3-0-გლუკოზიდი, კვერცეტინ-3-0-რამნოზიდი და კვერცეტინ-3-0-გლუკურონიდი.

4. ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე მოზარდი ჩხავერის ჯიშის ყურძნის მარცვალშისაერთო ფენოლები, კატექინები, ფლავონოლები და მონომერული ანთოციანები მაქსიმალური რაოდენობით გროვდება ზღვის დონიდან 780 მ სიმაღლეზე (სოფ. ჯალაბაშვილები), ხოლო მინიმალური რაოდენობით - ზღვის დონიდან 5 მ სიმაღლეზე (ქობულეთი). ასევე მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტიურობით გამოირჩევა ზღვის დონიდან 780 მ სიმაღლეზე კულტივირებული ჩხავერის ყურძნიდან დაყენებული ღვინო; 2014-2016 წწ აღებული ჩხავერის ყურძნის ნიმუშებში საერთო ფენოლების, კატექინების, ფლავონოლების და მინორული ანთოციანების მაქსიმალური დაგროვება მოხდა 2016 წელს, რომელიც გამორჩეული იყო ვეგეტაციის ხანგრძლივი პერიოდით; ჩხავერის მარცვალის, წვენი და ღვინის მონომერული ანთოციანების შედარებისას აღმოჩნდა, რომ ისინი უფრო მეტი რაოდენობითაა ღვინოში ვიდრე მარცვალში, ხოლო წვენი მათსაერთოდ არ შეიცავს, მაშინ როცა საერთო ფენოლები, კატექინები და ფლავონოლების ჭარბობს მარცვალში.
5. აჭარასა, იმერეთსა და სამეგრელოში გავრცელებული ვაზის თეთრ ყურძნიანი ჯიშებიდან (ცოლიკოური, ციცქა, კლარჯულა, კრახუნა და ქუთათურა) ფენოლური ნაერთების შემცველობით გამოირჩევა იმერეთში (ობჩა) მოზარდი ცოლიკოურის ყურძენი, რომელშიც საერთო ფენოლების, კატექინების და ფლავონოლების რაოდენობა შეადგენს, შესაბამისად 1748.98, 1147.73 და 453.92 მგ/კგ., ხოლო ანტიოქსიდანტური აქტივობა 30.1 ერთეულს. ამავე ჯიშებიდან დაყენებული ღვინოებიდან ფენოლური ნაერთების შემცველობით და ანტიოქსიდანტური აქტივობით გამოირჩეულია ცოლიკაურისა და ციცქას ყურძნის ღვინოები.
6. აჭარასა, იმერეთსა და სამეგრელოში გავრცელებული ვაზის წითელ ყურძნიანი ჯიშების (ალექსანდროული, უსახელაური, ძველშავი, მუჯურეთული, ოჯალეში, კაბისტონი, კაჭიჭი, ტოლის საფერე, ოცხანური საფერე და საწურავი) ნაყოფებში საერთო ფენოლების, კატექინების და ფლავონოლების

მაქსიმალური რაოდენობა გროვდება ტოლის საფერეში, შესაბამისად 3112.71, 655.96 და 609.1 მგ/კგ, ხოლო მინიმალური რაოდენობა - ძველშავში, შესაბამისად 1647.43, 420.47 და 491.0 მგ/კგ. ამავე ჯიშებიდან დაყენებულ ღვინოებში საერთო ფენოლების, კატექინების და ფლავონოლების შემცველობით ასევე გამორჩეულია ტოლის საფერე, შესაბამისად 4139.6, 594.5 და 778.8 მგ/ლ.

7. წითელი ღვინის ნიმუშებში ანთოციანების რაოდენობრივი შემცველობა განსხვავებულია და იცვლება ყურძნის ჯიშის მიხედვით.
8. დადგენილია ფენოლური ნაერთების კოლერაციული ცვლილება მარცვალსა, ყურძნის წვენსა და ღვინოს შორის.

#### სადისერტაციო ნაშრომის ირგვლივ გამოქვეყნებული შრომები:

**M. Kharadze, I. Japaridze, A. Kalandia, M. Vanidze.**  
Anthocyanins and antioxidant activity of red wines made from endemic grape varieties.  
Annals of Agrarian Science, volume 16, Issue 2,  
Agricultural University of Georgia. Published by Elsevier B.V. Pp. 181-184 Elsevier B.V. June 2018;

**M. Kharadze, I. Djaparidze, M. Vanidze, A. Kalandia,**  
Chemical Composition and Antioxidants of 14 Varieties of White Grapes spread in Western Georgia.  
Global Journal of Current Research Vol. 6 No. 1, ISSN: 2320-2920, Online version available at: Pp. 31-35, 2018;

**M. Kharadze; I. Djaparidze; A. Shalashvili, M. Vanidze, A. Kalandia,**  
Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Some White Varieties of Grape Wines Spread in Western Georgia, Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. Tbilisi 2018.

#### საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაში მონაწილეობა:

**M. Kharadze, I. Djaparidze, M. Vanidze, A. Kalandia.**  
Antioxidant Activity of Grape Chkhaveri and Its Wine Cultivated in West Georgia (Adjara).  
2017. 19th International Conference on Chemistry ICC: Dec 25-26, 2017 in Dubai, UAE.

ხარაძე მ., ჯაფარიძე ი., ვანიძე მ. „ნახშირწყლების კვლევა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფის მეთოდით ქართული ვაზის ჯიშებში ჩხავერი, ციცქა და ცოლიკოური“ 2016 წელი, 19-20 მაისი, საქართველო, ქუთაისი, საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „თანამედროვე საინჟინრო ტექნოლოგიები და გარემოს დაცვა“;

Харадзе М., Джапаридзе И., Ванидзе м. *Антиоксидантная активность вина „Чхавერი“*, 2015, 29 сентября – 2 октября, Москва, IX Международная конференция «Биоантиоксидант»;

ვანიძე მ., ჯაფარიძე ი., ხარაძე მ. „ჩხავერის ანტოციანებით ნატურალობის დადგენა“ 2014 წელი, საქართველო, ქუთაისი, საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „პროდუქტების წარმოების აქტუალური პრობლემები და თანამედროვე ტექნოლოგიები“;

ხარაძე მ., ჯაფარიძე ი., ვანიძე მ., კობლატაძე ლ. „ყურძნის ანტიოქსიდანტური აქტივობა“. 2014 წელი, საქართველო, ქუთაისი, საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „მეცნიერება და ინოვაციური ტექნოლოგიები“.

**BATUMI SHOTA RUSTAVELI STATE UNIVERSITY**

**Faculty of Natural Sciences and Health**

**Department of Chemistry**

Maia Kharadze

Phenolic Compounds of Autochthonous Grape Varieties of Western Georgia

(Submitted for the academic degree of Doctor of Chemical Sciences

Specialty: Bioorganic Chemistry)

## **A N N O T A T I O N**

Batumi - 2019

*The dissertation has been carried out at the Faculty of Natural Sciences and Health, Department of Chemistry, Batumi Shota Rustaveli State University.*

*The designated Project has been fulfilled by financial support of the Georgia National Science Foundation (Grant AP/96/13, Grant216816), Any idea in this publication is possessed by the author and may not represent the opinion of the Georgia National Science Foundation.*

**Scientific Adviser:**

Maia Vanidze  
Candidate of Biological Sciences,  
Associate Professor

**Foreign Reviewer:**

Emre Mentese  
Assoc. Prof. Dr. Emre Menteşe, Faculty  
of Science and Art, Organic

Chemistry

Recep Tayyip Erdogan University

**Dissertation Experts:**

**Inga bochoidze**

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

**Maia Tsikolia**

Academic Doctor of Chemistry Creative  
Director of "BioSio", invited teacher of  
Batumi Shota Rustaveli State University.

**Ketevan dolidze**

Professor, Doctor of Biology  
Sciences, Batumi Shota  
Rustaveli State University

The defense of the thesis will be held on ..... 2019 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).

## Introduction

**The relevance of the thesis.** Such wine-producing regions of Western Georgia, as Imereti, Adjara, Samegrelo and Guria have shaped and created Georgian wine culture over the centuries. The quality indicators of grapes and wines in different zones of Georgia's viticulture are affected by various factors. Among them, a special importance is given to varieties, but no less significant is the soil-climatic factor, rainfall and air temperature. The soil-climatic factor is manifested in the chemical composition of grapes, as well as in the wine obtained from it.

Phenolic compounds of grapes and their transformation products are actively involved in the formation of wine. They make a significant contribution to the formation of organoleptic characteristics of wine, its color, taste, aroma and antimicrobial activity. Phenolic compounds have a multilateral biological activity, including cardioprotective, anti-inflammatory and anti-cancer effect, due to their antioxidant properties (Ketskhoveli N. ...., Ramishvili M. .... Nutsubidze M. ....)

**The aim of the research** is to study the chemical composition of autochthonous grape varieties of Western Georgia and wine, obtained from them by various technologies, as well as to allocate and identify individual compounds by high pressure liquid chromatography method (mass spectral detection); to establish a correlation between the quantitative content of phenolic compounds and antioxidant activity; to determine the influence of the vine location on the chemical composition of grapes and wine; to identify the influence of winemaking technology on its chemical composition.

**Scientific novelty.** Using the HPLC and UPLC-MS methods, there have been analyzed 16 autochthonous grape varieties common in Western Georgia, and identified 9 anthocyanins, 5 aglycones, 3 flavonol glycosides, 1 catechin and 1 proanthocyanidin in the obtained wine. The qualitative and quantitative composition of common phenols, flavonoids, catechins and anthocyanins was determined and compared; the antioxidant activity of grapes and wine has also been determined.

**The practical significance of the work.** On the basis of the data obtained, it is possible to determine the origin of the wine variety, as well as to establish its falsification.



**Research object, materials and methods of study:** The object of study is pink, red and white grapes of cultivated vine (*Vitis vinifera* L.) spread in the four regions of western Georgia (Adjara, Imereti, Samegrelo, Guria), as well as wines prepared by local and European technology.

The samples of *Chkhaveri* - pink grape variety, have been gathered in Adjara region, Western Georgia (Vaio, Ortsva, Koromkheti, Jalabashvilebi, Gvara – the Agroservice Center of Vine and Fruit Tree Nursery) and in the village of Erketi in Guria.

10 grape varieties have been selected from the red grapes in different regions of western Georgia: *Aleksandrouli* and *Mujuretuli* – the Ambrolauri district (vil. Khvanchkara), *Usakhelauri* – the Agroservice Center of Vine and Fruit Tree Nursery (Adjara), *Dzvelshavi* – the Baghdati district (vil. Phersati), *Otskhanuri Sapere* and *Tolis Sapere* – the Zestafoni district (vil. Zeda Sakara), *Ojaleshi* – the Tsageri district (vil. Tvishi), *Kachichi* – the Keda district (vil. Kharaula), *Satsuri* – the Keda district (vil. Kokotauri).

The samples of white grape varieties have been obtained from *Tsolikouri*, *Tsitska*, *Krakhuna*, *Klarjuri* and *Kutaturi* grapes, growing at the territory of Ajara, Samegrelo and Imereti: in Adjarian districts of Keda (vil. Kokotauri) and Kobuleti (Gvara - the Agroservice Center of Vine and Fruit Tree Nursery), in Imereti in the Baghdati district (vil. Opcha), in Samegrelo in some villages of the Martvili district (Bandza, Najakhao, Mukhurcha, Lekhaindravo, Nagvazao, Vedidkari, Salkhino). The wine was prepared according to European technology.

The juice obtained from 5 - 10 kg of grapes, taken together with the peel, was placed in a glass dish; the enzyme yeast (*Saccaromyces cerevisiae*) was used for fermentation. The fermentation process with systematic stirring lasted 5-10 days; a valve was used to protect the fermenting mass from the air entering. Then the wine was cleaned of pulp, filtered, fermented again, and then placed in a refrigerator at the temperature of 8 degrees.

**The following physical and chemical methods have been used for the research:**

1. The phenolic compounds were allocated and identified by high-pressure liquid mass spectrometric chromatography (UPLC) method.
2. Qualitative and quantitative analysis of flavonols, anthocyanins and catechins was made by high-pressure liquid chromatography method.
3. The antioxidant activity (using stable radicals of 2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl) was determined by the DPPH method.

4. The quantity of catechins was identified through vanilla reagent, by the spectral method.
5. The quantity of flavonols was determined by the spectral method (AlCl<sub>3</sub> reagent, with the calculation of routine).
6. The total of monomeric anthocyanins was identified by the pH differential method (AOAC Official Method 2005).
7. The number of common phenols was determined by the Folin-Ciocalteu method (Folin-Ciocalteu) OIV-MA-AS2-10 (with the calculation of gallic acid);
8. The sugar content was determined by the refractometer method (OIV-MA-AC2-02);
9. pH was determined by the OIV-MA-AS313-15 method;
10. The titrated acids were identified by calculating the wine acidity, while the sugar content and the acidity of wine were identified by the acidometer method (OIV-MA-AS313-01).

**The approbation of the thesis.** The results of the research are submitted in 3 scientific articles and 5 international scientific conferences.

**The volume and structure of the thesis.**

The dissertation paper consists of 124 printed pages, based on the instructions for the dissertation, submitted for the academic Doctoral degree, and includes a title page and signed pages, the content, the list of tables - 20, the diagrams - 9, the Picture 41, the list of literature - 114 units. The main text includes: Introduction, Literature Review, Analysis of Results, Experimental Part, Conclusions, List of Used Literature and Presentation Materials: Appendix 1 and Appendix 2 .

**Literature Review** - The first chapters of the paper discuss the distribution of phenolic compounds in plants, their physiological activity and biological characteristics of the autochthonous grape varieties spread in Western Georgia. The list of used literature is attached to the dissertation paper.

## *Chapter 1. Physical and chemical features of autochthonous grape varieties spread in Western Georgia.*

1.1. *Chkhaveri* is a promising and popular autochthonous **pink grape variety** of the Black Sea basin. It is cultivated at different heights from the sea level. The samples were taken in Adjara region (during the technical maturity – in November, since *Chkhaveri* ripens in late period) at an altitude of 5 m above the sea level (Kobuleti), 300 m (Koromkheti), 360 m (Erketi), 380 m (Vaio) 400 m (Ortsva), 780 m (Jalabashvilebi) within 2014, 2015 and 2016 years.

*Chkhaveri* is characterized by an average and at the same time unstable yield (5.5-8 t / ha), especially in the high-mountainous regions of Adjara. The bunches of this variety are of medium or less than the medium size. Their length is 13.0-15.8 cm, and the width is 8.0-16.0 cm. The number of berries in bunches reaches 90-100. The mass of bunches varies from 126.0 to 383.6 g (Table 1).

Technical indicators of Chkhveri grape variety

Table 1

The name of a sample Chkhaveri	technical indicators of grapes						
	Colour of berries	Shape of berries	Taste	Mass of bunch, g	Length of bunch, sm	Width of bunch, sm	Mass of berries, g
Vaio	Dark red	Round	sweetish	150,8 ±4,50	14,8 ± 0,44	16,0 ± 0,48	1,43 ± 0,04
Ortsva	Dark red	round	sweetish	192,5±5,80	14,0 ± 0,42	8,0 ± 0,24	1,63 ± 0,05
Koromkheti	Dark red	round	sweetish	178,5±5,40	13,0 ± 0,39	8,8 ± 0,26	1,6 ± 0,05
Jalabashvilebi	Dark red	round	sweet-sour	126,0 ± 3,8	15,8 ± 0,47	8,66 ± 0,26	1,31 ± 0,04
Kobuleti	Dark red	round	sweetish	129,4 ± 3,9	13,25 ± 0,40	10,25 ± 0,31	1,28 ± 0,04
Guria	Dark red	round	sweetish	383,6 ±11,5	13,6 ± 0,41	11,0 ± 0,33	1,41 ± 0,04

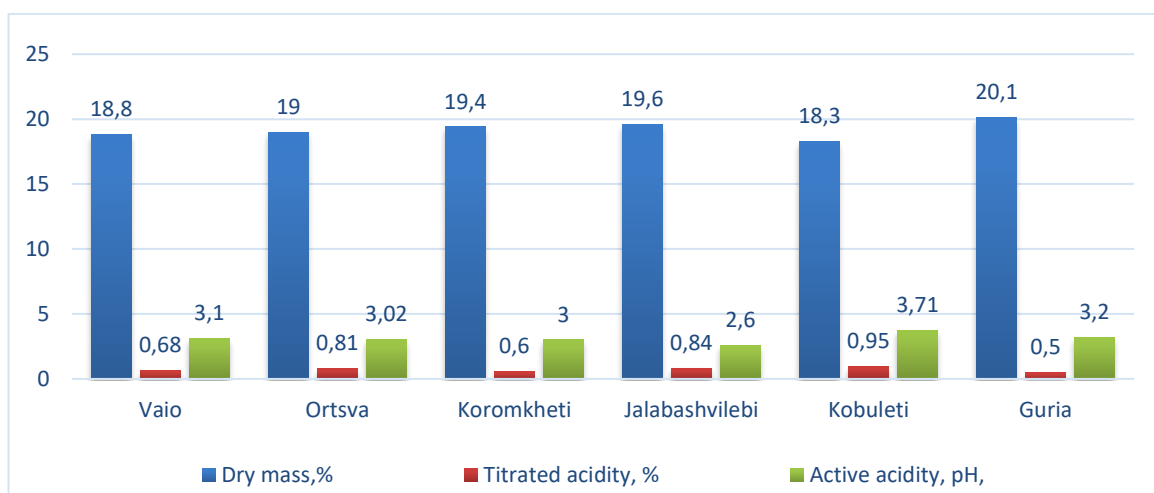
All *Chkhaveri* samples, taken for analysis, were characterized by a dark red color, round berries and sweetish taste, but the variety of *Chkhaveri*, collected in Jalabashvilebi, was distinguished by a sweet-sour taste. To begin the grape harvest and processing or storage, it is not enough to determine only the presence of sweetness in the grapes. It is also very important

to identify the titral acidity (total acidity) and pH of active acidity (hydrophobic concentration). The ratio of sweetness and acidity is one of the most important criteria for assessing the quality of grapes, so that the wine, obtained from it, has a unique aroma and taste.

In order to determine these components, the samples of grapes (each 1 kg) were firstly separated from grape peels, then, crushed and placed in a homogenizer. Next they were diluted with ethyl alcohol and placed in a refrigerator. The grapes harvested in the Erketi region (360 m above the sea level), were distinguished by a large mass of grapes (383.6 g) and a high sugar content (20.1%), while *Chkhaveri* grapes, harvested in 0.95% of the territory of Kobuleti (5 m above the sea level), were distinguished by a high acidity. There have also been determined the concentration of sugar, titral acidity and active acidity were also determined. Unlike other grape varieties, a relatively low concentration of sugar and a relatively high concentration of titral acid ultimately give *Chahaveri* its unique individuality.

#### Physical and chemical indicators of *Chkhveri* grape juice.

Diagram1



1.2. White grapes are: *Tsolikouri*, *Tsitska*, *Krakhuna*, *Klardzhuri* and *Kutaturi*. According to the cultivation area of *Tsolikouri* in Georgia, it ranks second after *Rkatsiteli*. It has high agricultural and technological qualities. The high-quality natural semi-sweet wines, made according to the European and Imeretian traditional methods, are characterized by moderate alcohol content and acidity, excellent taste qualities. *Tsitska* variety is distributed mainly in western Georgia (the upper and middle Imereti), where it represents the main production

grape variety. The most important varieties of grape for viticulture are the ancient ones – *Klardjuli* and *Krakhuna*; they are preserved only in small quantities in the villages of the mountainous regions of Guria-Adjara due to the vine phylloxera and other fungal diseases prevalent there (Beridze K., A. A. Dmitrieva ... )

The five types of grape samples were taken in October-November in 2016-2017, including *Tsolikouri* gathered in Adjara, Imereti and Samegrelo, *Tsitska* - in Adjara and Imereti and *Klarjuri* and *Kutatura* – in the Agroservice Center of Vine and Fruit Tree Nursery (Adjara). All the five varieties are represented in Table 1.

Among the samples of *Tsolikouri* varieties, the largest berries were peculiar to the grape fruits gathered in the Kobuleti Agroservice Center; the berries collected in Keda, were characterized by a smaller size of berries, while the relatively small bunches of samples were collected in Samegrelo (Lekhaindrao).

#### Samples of grapes taken for analysis

Table 2

Variety	region	district	Village	Name of sample
Tsolikuri	Adjara	Kobuleti	Gvara	G.1
Tsolikouri	Adjara	Keda	Kokotauri	G.2
Tsolikouri	Imereti	Baghdadi	Opcha	G.3
Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Bandza	G.4
Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Najakhao	G.5
Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Mukhurcha	G.6
Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Lekhaindravo	G.7
Tsolikaouri	Samegrelo	Martvili	Nagvazao	G.8
Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Vedidkari	G.9
Tsitska	Imereti	Baghdadi	Opcha	G.10
Tsitska	Adjara	Kobuleti	Gvara	G.11
Klarjula	Adjara	Kobuleti	Gvara	G.12
Krakhuna	Adjara	Kobuleti	Gvara	G.13
Kutatura	Adjara	Kobuleti	Gvara	G.14

The fruits of *Tsitska*, collected in Imereti and Kobuleti, differ by technical features from the samples collected in other regions. The fruits of *Klardjuli* and *Krahuna* varieties, grown in Kobuleti, are significantly different and are almost one and a half times more than the samples of industrial grape varieties of *Tsitska* and *Tsolikouri*, collected in Imereti and Samegrelo (Table 2.3).

### Technical indicators of white grape varieties

Table 3

Sample name	White Grape Varieties						
	Grain colour	Grain shape	Taste	Bunch mass, g	Bunch length, sm	Bunch width, sm	Grain mass, g
G.1	green	round	sweetish	552,03 ± 16,6	22,00 ± 0,66	18,00 ± 0,54	3,07 ± 0,092
G.2	Greenish-amber	Round	Sour	199,92 ± 6,0	17,00 ± 0,51	12,00 ± 0,36	2,00 ± 0,06
G.3	Greenish-amber	Round	Sweet	188,65 ± 5,7	13,83 ± 0,41	9,16 ± 0,27	2,00 ± 0,060
G.4	Green	Round	Sweetish	139,70 ± 4,2	12,75 ± 0,38	9,50 ± 0,29	2,40 ± 0,072
G.5	Amber	Round	Sweet	185,00 ± 5,6	17,50 ± 0,53	11,00 ± 0,33	2,60 ± 0,078
G.6	green	Round	Sweetish	130,66 ± 3,9	14,50 ± 0,44	10,16 ± 0,30	2,52 ± 0,076
G.7	Greenish-amber	Round	Sweet	104,75 ± 3,1	14,75 ± 0,44	9,87 ± 0,30	2,50 ± 0,075
G.8	Yellowish-green	round	Sourish	151,66 ± 4,5	22,70 ± 0,68	12,16 ± 0,37	2,40 ± 0,072
G.9	green	Round	Sweetish	169,83 ± 5,1	24,16 ± 0,72	10,50 ± 0,32	2,46 ± 0,074
G.10	Amber	Round	Sweet	225,25 ± 6,8	16,66 ± 0,50	12,33 ± 0,36	2,30 ± 0,069
G.11	Green	Round	Sweetish-sourish	258,83 ± 7,8	16,80 ± 0,50	10,00 ± 0,3	2,94 ± 0,088
G.12	Green	Round	Sweet	364,95 ± 10,9	17,00 ± 0,51	12,00 ± 0,32	3,31 ± 0,099
G.13	Green	Round	sour-sweetish	345,94 ± 10,4	15,50 ± 0,47	12,00 ± 0,32	3,08 ± 0,092
G.14	Greenish-amber	Round	Sourish	144,85 ± 4,3	9,25 ± 0,28	7,00 ± 0,21	1,97 ± 0,059

The high content of sugar and low acidity in the ripe fruit are the important components for wine production. Almost all the samples collected in Samegrelo, are high in dry substance (21,0 to 23.8%); however, this indicator is relatively low in the grapes, grown on Kobuleti

territory, - 19.0%, while in the regions of Keda and Imereti the average indicator is 20.0 - 21.3%. Among the technological characteristics of the wine grapes, the most important ones are titrated acidity and dry substance. These indicators differ in the samples of *Tsolikouri* variety, grown in different climatic conditions. Titrated acidity varies between 0,23 - 0,76%. The grapes harvested in Imereti, are high in dry substance and low in acidity (acidity - 0.23%, dry matter - 21.3%). The Kobuletian *Tsolikouri* (pH 3.15) is characterized by high active acidity, while the Imeretian *Tsolikouri* (pH 4.2) has relatively low active acidity (Table 4).

Physical and chemical indicators of white grape juice

Table 4

Sample	Physical and Chemical indicators of grape juice		
	Dry substance according to %	Titrated acidity, %	Active acidity, pH
G.1	19,0 ± 0,57	0,62 ± 0,019	3,15 ± 0,095
G.2	20,0 ± 0,60	0,74 ± 0,022	3,72 ± 0,112
G.3	21,3 ± 0,64	0,23 ± 0,007	4,20 ± 0,126
G.4	23,6 ± 0,71	0,45 ± 0,014	3,76 ± 0,113
G.5	23,2 ± 0,70	0,43 ± 0,013	3,95 ± 0,119
G.6	21,2 ± 0,64	0,61 ± 0,018	3,63 ± 0,109
G.7	23,8 ± 0,71	0,51 ± 0,015	3,65 ± 0,110
G.8	21,9 ± 0,66	0,76 ± 0,023	3,46 ± 0,104
G.9	21,0 ± 0,63	0,62 ± 0,019	3,66 ± 0,11
G.10	21,2 ± 0,64	0,34 ± 0,010	3,86 ± 0,116
G.11	20,3 ± 0,61	0,85 ± 0,026	3,22 ± 0,097
G.12	19,6 ± 0,59	0,99 ± 0,030	2,98 ± 0,089
G.13	19,8 ± 0,59	0,90 ± 0,027	3,35 ± 0,101
G.14	19,4 ± 0,58	0,73 ± 0,022	3,09 ± 0,093

As for *Tsitska*, *Klarjuri*, *Krakhuna* and *Kutatura* grape varieties, the indicators of dry substances are relatively high in *Tsitska* variety collected in Imereti and Adjara regions - 20,3 to 21,2%, while their content in *Klarjuri*, *Krakhuna* and *Kutatura* varieties is almost identical

- 19,4 - 19,8%. Titrated acidity varies between 0,34 - 0,99%, while active acidity rates from pH 2,98 to 3,86 (Table 2,4).

1.3. *Aleksandrouli, Usakhelauri, Dzvelshavi, Mujuretuli, Ojaleshi, Kabistoni, Kachichi, Toluri Sapere, Otskhanuri Sapere and Satsuravi* are the red grape varieties, spread in different regions of western Georgia (Adjara, Guria, Imereti). These red grape varieties have a late period of maturity. They are promising wine grape varieties, and the wine, made from these varieties, is characterized by a beautiful and rich colour, harmony and a normal alcohol content and acidity, as well as a pronounced varietal aroma and high taste properties.

Technical indicators of red grape varieties

Table 5

Sample name	Technical indicators of grapes						
	Grain colour	Grain shape	taste	Branch mass, g	Branch length, sm	Branch width, sm	Grain mass, g
Aleksandrouli	black	Round	sweet	144,52 ± 4,34	15,70 ± 0,47	9,10 ± 0,27	2,00 ± 0,06
Usakhelauri	black	Conical	sweet	87,72 ± 2,63	12,16 ± 0,36	9,60 ± 0,29	1,8 ± 0,05
Dzvelshavi	black	Round	sweet	137,52 ± 4,13	11,60 ± 0,35	7,20 ± 0,22	1,89 ± 0,06
Mujuretuli	black	Round	sweet	89,91 ± 2,7	14,80 ± 0,44	8,90 ± 0,27	1,58 ± 0,05
Ojaleshi	black	Round	sweetish	103,12 ± 3,09	11,75 ± 0,35	8,37 ± 0,25	1,99 ± 0,06
Kabistoni	Dark purple	Round	sweet	86,03 ± 2,58	15,50 ± 0,47	9,50 ± 0,29	1,46 ± 0,04
Kachichi	black	Round	Sweetish-sourish	156,5 ± 4,70	11,10 ± 0,33	6,40 ± 0,19	1,22 ± 0,04
Tolis Saperavi	black	Round	Sweetish-sourish	87,32 ± 2,62	13,89 ± 0,42	5,16 ± 0,15	1,93 ± 0,06
Otskhanuri Sapere	black	Round	Sweet	84,01 ± 2,52	11,00 ± 0,33	7,75 ± 0,23	0,90 ± 0,03
Satsuravi	black	Conical	Sweet	14,12 ± 0,42	6,87 ± 0,21	6,02 ± 0,18	2,00 ± 0,06

The grape samples were taken in different districts of Western Georgia: *Aleksandrouli* and *Mujuretuli* - in the Ambrolauri district (vil. Khvanchkara), *Usakhelauri* – the Agroservice Center of vineyards and fruit trees nursery (Adjara), *Dzvelshavi* – in the Baghdati district (vil. Persati), *Otskhanuri Sapere* and *Tolis Sapere* - in Zestaponi district (vil. Zeda Sakara), *Ojaleshi* – in the Tsageri district (vil. Tvishi), *Kachichi* – the Keda district (vil. Kharaula), *Satsuri* – in the Keda district (vil. Kokotauri).



The brunches of grapes under study have an average size of 86-156 g, black and round grains (0.9-2 g). The length of the grapes is 11–16 cm, and the width is 5-10 cm. In order to start harvesting, it is necessary to determine the ripening period of the grapes, which must meet the technical requirements of the product, made from it (dry wine, natural semi-sweet wine, sparkling wine, etc. (Table 5).

Samples of grapes for analysis (*Usakhelauri*, *Dzvelshavi*, *Kabistoni*) were taken during the period of technical maturity, at the end of September, when the amount of sugar was 23.8, 25.7 and 22.0%, respectively; in the middle of October – *Otskhanuri Sapere* (23.0%), *Tolis Sapere* (22.5%), *Aleksandrouli* (24.7%), *Mujuretuli* (26.0%) and *Kachichi* (24.0%); in the second half of November - *Ojaleshi* (23.5%) and *Satsuravi* (19%) (Table 6).

#### Physical and chemical indicators of red grape varieties

Table 6

Sample	Physical and chemical indicators of grape juice		
	Dry mass, %	Titrated acidity, %	Active acidity, pH
Aleksandrouli	24,7 ± 0,74	0,49 ± 0,015	4,08 ± 0,122
Usakhelauri	23,8 ± 0,71	0,72 ± 0,022	3,87 ± 0,116
Dzvelshavi	25,7 ± 0,77	0,70 ± 0,021	3,99 ± 0,120
Mujuretuli	26,0 ± 0,78	0,54 ± 0,016	4,24 ± 0,127
Ojaleshi	23,5 ± 0,71	0,68 ± 0,020	3,85 ± 0,116
Kabistoni	22,0 ± 0,66	0,76 ± 0,023	3,88 ± 0,116
Kachichi	24,0 ± 0,72	0,71 ± 0,021	3,92 ± 0,118
Tolis Saperavi	22,5 ± 0,68	0,75 ± 0,023	3,91 ± 0,117
Otskhanuri Sapere	23,0 ± 0,69	0,76 ± 0,023	3,65 ± 0,110
Satsuravi	19,0 ± 0,57	0,74 ± 0,022	3,64 ± 0,109

There have been studied **10 different types of red grape varieties**, grown in different parts of western Georgia: *Aleksandrouli*, *Usakhelauri*, *Dzvelshavi*, *Mujuretuli*, *Ojaleshi*, *Kabistoni*, *Kachichi*, *Tolis Sapere*, *Otskhanuri Sapere* and *Satsuravi*; **5 types of white grape varieties**: *Tsolikouri*, *Tsitska*, *Klarjuli*, *Krakhuna* and *Kutaturi*; technical characteristics (dry substance, titrated acidity, active acidity) of 6 samples of pink grape variety - *Chkhaveri*, grown in different places.

## *Chapter 2. Allocation and identification of phenolic compounds of autochthonous grape varieties of Western Georgia using HPLC and UPLC-MS method.*

### **2.1. The allocation and identification of white grape phenolic compounds.**

Phenolic compounds and the products, derived from them, are actively involved in the formation of wine type at all stages of its preparation and storage, and have an uneven effect on taste, color and transparency of wine.

The aim of the work is:

- to allocate and identify the phenolic compounds of the wine, made from the white grape varieties of vines (*Vitis vinifera* L.) cultivated in three regions (Adjara, Imereti, Samegrelo) - *Tsolikouri*, *Tsitska*, *Klarjuli*, *Krakhuna* and *Kutatura*, using the European technology and high-pressure liquid mass spectrometric chromatography;
- to study the total number of phenolic compounds, catechins, flavonols and to identify their antioxidant activity.

*Tsolikouri* is a local Imeretian variety, which is widely spread in almost all districts of western Georgia. Different types of wine are produced from *Tsolikouri* variety. They are characterized by excellent taste and rich chemical composition. *Tsolikouri* wine is rich in alcohol and is characterized by a sufficient amount of acids, which ultimately improve the aging process of wine and its shelf life.

*Tsitska* is a high quality grape variety widely spread in Imereti. A high-quality material for sparkling wine is obtained from this grape variety. The wine, made from *Tsitska* variety, has a light beige-greenish colour, and is characterized by a rich composition, delicate and harmonious taste. After the aging, it acquires a softer and more pleasant taste.

*Krakhuna* variety gives high quality wine, prepared by the European technology, which has a yellowish-beige colour and is characterized by a delicate and pleasant taste. The wine, prepared by the Imeretian technology, is darker and is characterized by saturation and a peculiar to this variety aroma.

*Klarjula* belongs to a group of white grape varieties. Due to excellent grape taste, transparency, excellent ability to store, external beauty of bunches and berries, as well as rich

yield, *Klarjula* is considered to be one of the best grape varieties spread in Georgia (M. Ramishvili ..., A. Shalashvili ...).

In October-November 2016-2017, the following five types of grape samples were taken for analysis: *Tsolikouri* - in Adjara, Imereti and Samegrelo, *Tsitska* - in Adjara and Imereti, and *Krakhuna*, *Klarjuli* and *Kutatura* - in the Agroservice Center of Vine and Fruit Tree Nursery (Adjara). The wine was made by the European technology. The samples of all five types of grapes (per 5 kg) were cleared of stalks and the juice, squeezed out of them, was filtered into a glass dish. The yeast was added to the juice (with a calculation of 10 CB 2000/25 g / hL (10 CB 2000/25 g / hl.) After the end of alcoholic fermentation, the wine was placed in a refrigerator. The analysis was carried out 5 months after the preparation of the wine (Table 8).

#### Samples of wine taken for analysis

Table 8

№	variety	Region	district	village	wine
1	Tsolikouri	Adjara	Keda	Kokotauri	w. 1
2	Tsolikouri	Adjara	Kobuleti	Gvara	w. 2
3	Tsitska	Adjara	Kobuleti	Gvara	w. 3
4	Klarjula	Adjara	Kobuleti	Gvara	w. 4
5	Krakhuna	Adjara	Kobuleti	Gvara	w.5
6	Kutatura	Adjara	Kobuleti	Gvara	w. 6
7	Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Bandza	w. 7
8	Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Najakhao	w. 8
9	Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Mukhurcha	w. 9
10	Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Lekhaindravo	w. 10
11	Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Nagvazao	w. 11
12	Tsolikouri	Samegrelo	Martvili	Vedidkari	w. 12
13	Tsolikouri	Imereti	Baghdadi	Opcha	w. 13
14	Tsitska	Imereti	Baghdadi	Opcha	w. 14

The isolation and identification of phenolic compounds were carried out using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) and Ultra-Performance Liquid Chromatography

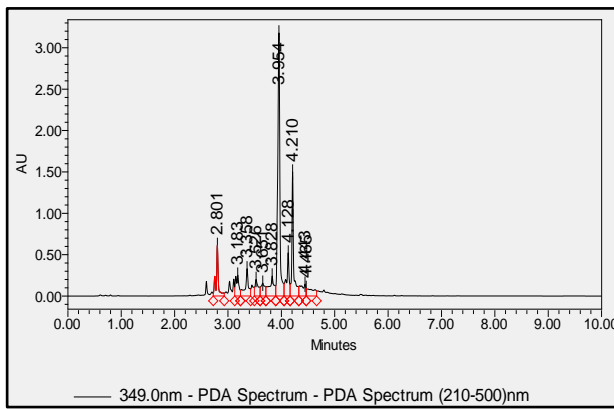
with Mass Spectrometry Coupled to Photodiode Array Detection (UPLC-MS-PDA). Thus, several compounds have been identified. Before chromatographic separation, a sample was subjected to solid phase extraction, which involves activating the column with methanol. Then the activated sorbent was equilibrated with distilled water. After that the sample was transferred to the cartridge, using vacuum. At the next stage, the unwanted components, remaining on the sorbent, were washed off with water. Concentrated substances were eluted with methanol.

The following compounds have been identified in the wine by the UPLC-MS method: Procyanidin B<sub>2</sub> – (release time - 2.315 min; MW-578, m / z-577, fragment 289, λ<sub>max</sub> 80 nm); (-) - Epicatechin (release time - 2.426 min, MW -290, m / z-289, (fragment 245) λ<sub>max</sub> 280 nm); Flavonols: Quercetin-3-Glucuronide (release time - 2.828 min, MW-478, m / z-477, fragment 301, λ<sub>max</sub> 256, 354 nm); Quercetin-3-Glucoside (release time 2.833 min, MW-464, m / z-463, fragment 301, λ<sub>max</sub> 256, 356 nm); Quercetin-3-Rhamnoside (release time 2.949 min, MW-448, m / z-447, fragment 301, λ<sub>max</sub> 256, 354 nm); (Table 9).

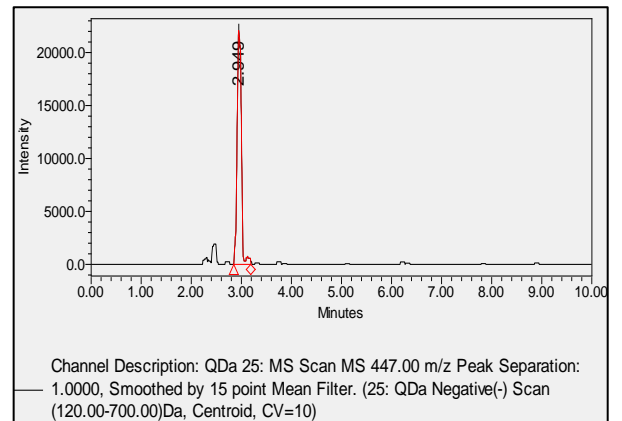
#### UPLC-PDA-MS spectrum of the white wine

Table 9

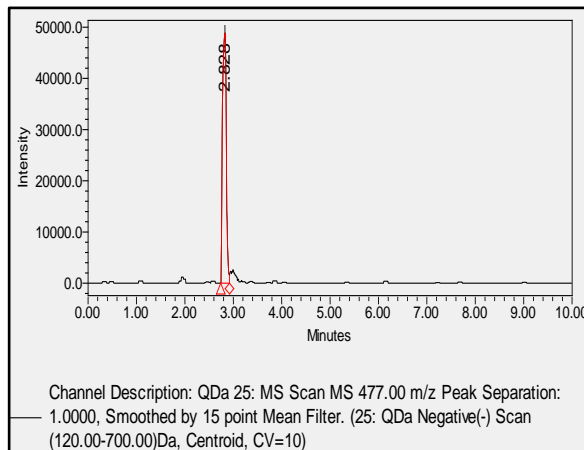
Substance name	RT (min)	MW	[M-H]- (fragment m/z)	UV maximum (nm)
(-)-Epicatechin	2.426	290	289 (245)	280
Quercetin-3-Rhamnoside	2.949	448	447 (301)	256 (max), 352
Quercetin-3-Glucoside	2.833	464	463 (301)	256 (max), 356
Quercetin-3-Glucuronide	2.828	478	477 (301)	256 (max), 354
Procyanidin B <sub>2</sub>	2.315	578	577 (289)	280



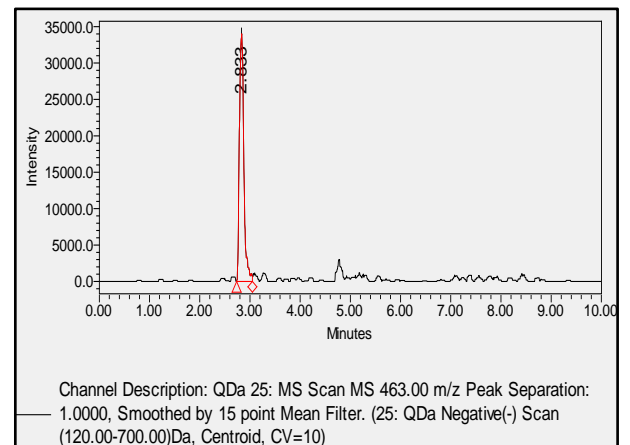
**A**



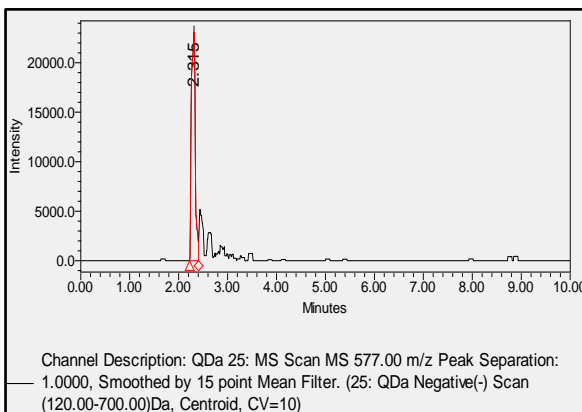
**B**



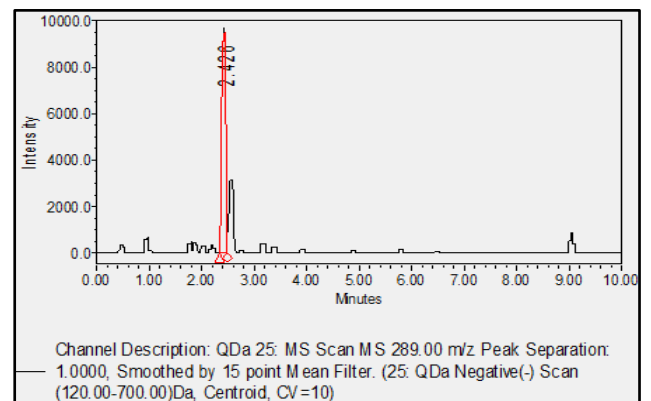
**C**



**D**

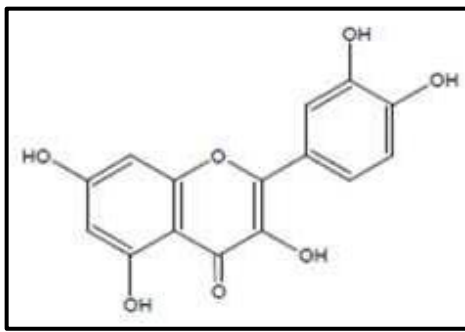


**E**

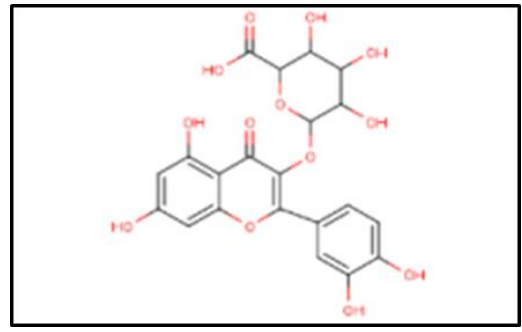


**F**

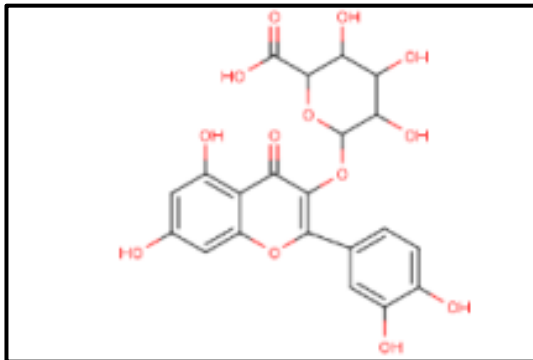
Fig. 9. Wine UPLC-PDA-MS Chromatogram; A - Common Chromatogram; B- Quercetin-3-Rhamnoside; C - Quercetin-3-Glucoside; D - Quercetin-3-Glucuronide; E - Procyanidin B<sub>2</sub>; F - (-) - Epicatechin



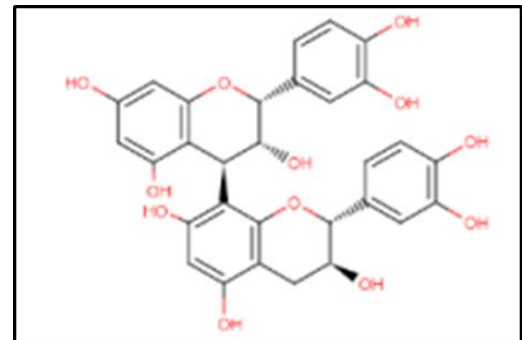
**A**



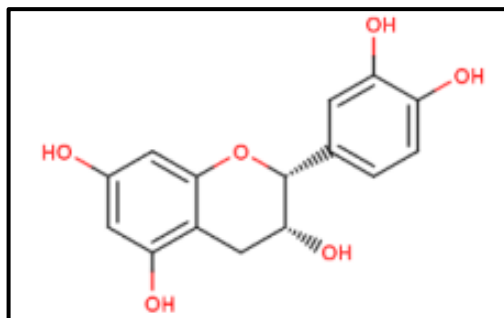
**B**



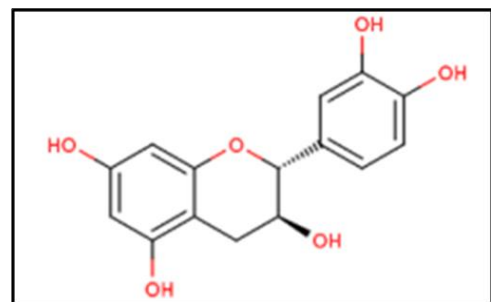
**C**



**D**



**E**



**F**

**Fig. 10.** **A** - Quercetin-3-Rhamnoside; **B** - Quercetin-3-Glucoside; **C** - Quercetin-3-Glucuronide; **D** - Procyanidin B<sub>2</sub>; **E** - (-) - Epicatechin; **F** - Catechin- (); (

## 2.2. Allocation and identification of red wine anthocyanins and their aglycons

Red wine production is a priority in many countries around the world, and the demand for them is growing every day. Red wines, in addition to good organoleptic characteristics, are characterized by significant and diverse biological activity.

Organic compounds with a variety of antioxidant properties have been found in red wine, made from various grape varieties. They are mainly found in the skin, seeds and grains of grapes. These include: stilbene, flavonols, anthocyanins, catechins, polymeric

proanthocyanidins, phenolic acids, etc. According to recent studies, the composition of polyphenols, the content of the phenol complex, their quantity, antioxidant and anti-radical properties of wine depend on many factors: grape variety, vineyard location, climatic conditions, soil type and winemaking technology. The red grape pigments are anthocyanins, which are mostly monoglycosides (*Burin V...., Danila Di Majo...*).

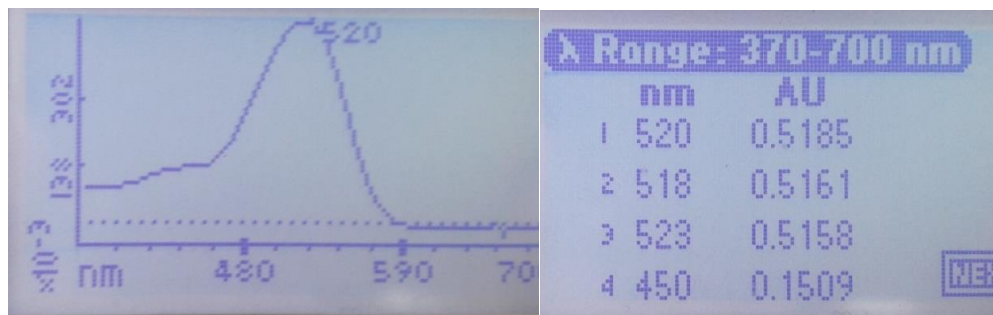
The aim of the work is the qualitative study of monomeric anthocyanins of red wines, made from grape varieties (*Aleksandrouli, Mujuretuli, Saperavi, Otskhanuri Sapere, Ojaleshi*) spread in different regions of Georgia.

The wine samples were prepared from 10 kg of each grape variety according to local technology (grape stalks participate in the process of alcoholic fermentation) within 10 days in 2015. The analysis of the quantitative content of anthocyanins and the antioxidant activity was done after a year of aging of the wine samples of *Saperavi, Mujuretuli, Ojaleshi* and *Otskhanuri Sapere*; while the wine sample, obtained from the *Aleksandrouli* grape variety, was analyzed before aging (after the completion of alcoholic fermentation, the name of the sample is *Aleksandrouli 1*) and after a year of aging (sample name is *Aleksandrouli 2*).

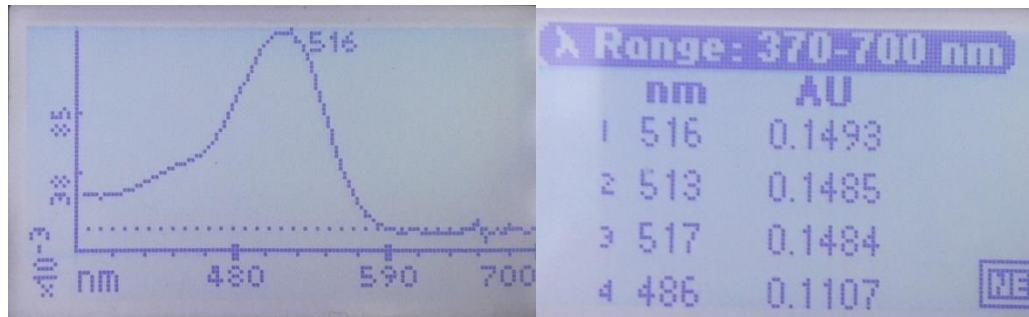
The wine samples were placed in 3-5 ml of the Waters Sep-Pak C18 (500 mg) column. The remaining pigments were eluted by acetonitrile. All samples have been filtered before analysis. Filter Waters Acrodisc LC PVDF Filter 13 mm 0,45µm was used for filtering.

Anthocyanin analysis was conducted with HPLC, on the C18 analytical and preparatory column. The Eluent A: water / formic acid / acetonitrile (87: 10: 3); Eluent B: water / formic acid / acetonitrile (40:10:50); gradient (0-15 min from 6% to 30% B, 30 min 50% B, 35 min 60% B, 41-45 min 6% B). Detecting 518 nm. UPLC-MS analysis BEN C18, 1.7µm, BENAmide1.7µm, 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.

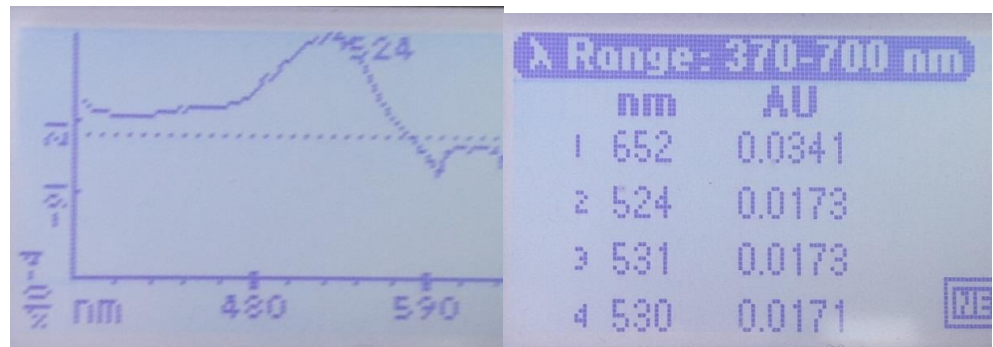
Detection 518 nm. UPLC-MS analysis BEN C18, 1.7µm, BENAmide1.7µm, column, eluent acetonitrile, formic acid, (gradient), flow 0,4 ml / min, column temperature are identified as aglycones and glycosides. Aglycones identification was performed by hydrolysis 6M HCl with separate individual compounds of acids.



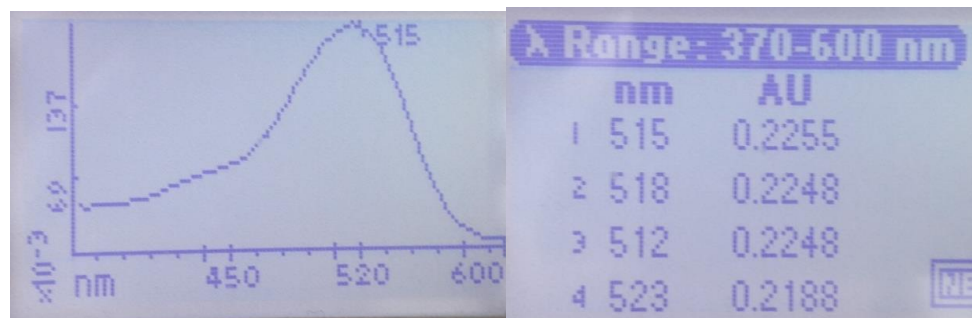
A



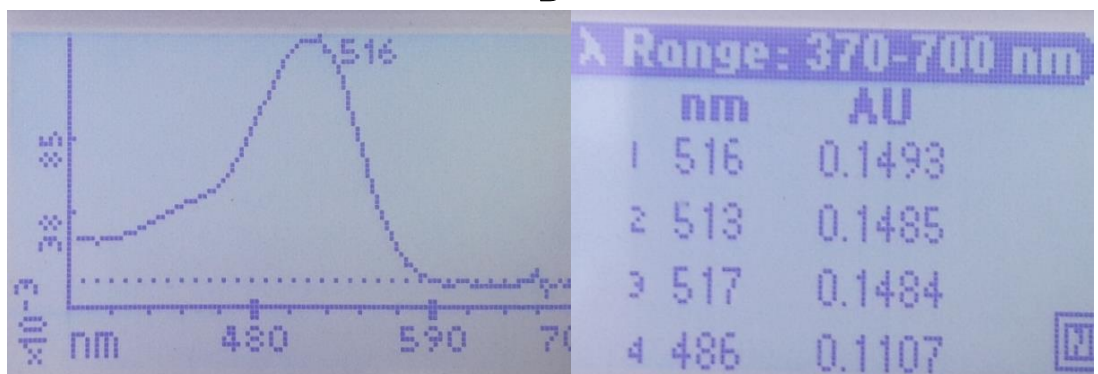
B



C

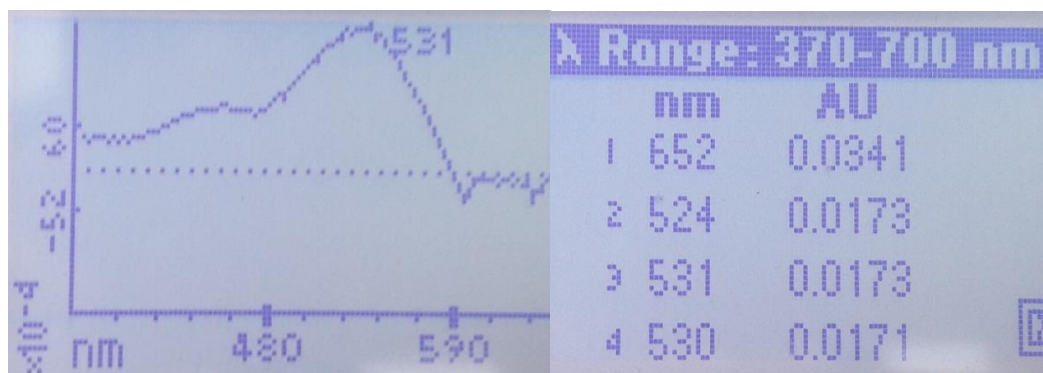


D



E



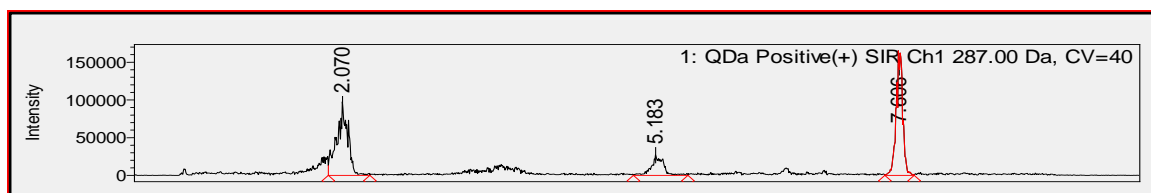


F

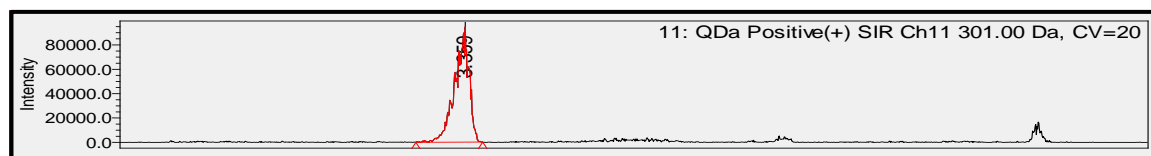
**Fig. 11:** The maxima of anthocyanins and the absorption of their glycones were detected using high performance liquid chromatography: - A-malvidin-3-0-glucoside; B is cyanidin-3,5-0-diglucoside; C-Malvidin-3,5-0-diglucoside; D-peonidin-3,5-0-diglucoside; E- cyanidin;

F-peonidin.

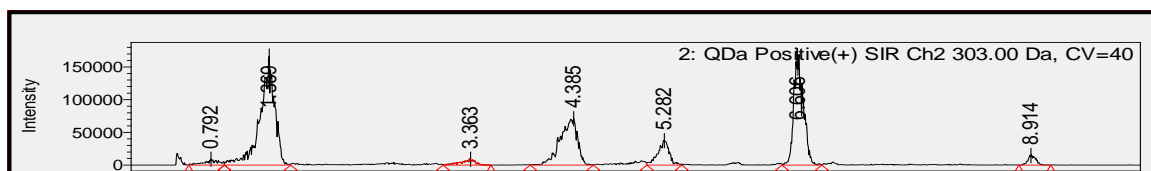
For greater accuracy of the results, the anthocyanins and aglycones have also been subjected to mass spectrometry analysis. The presence of 5 aglycones was established: cyanidin (m / z287), peonidine (m / z301), delphinidin (m / z303), petunidine (m / z317) and malvidin (Fig. 12).



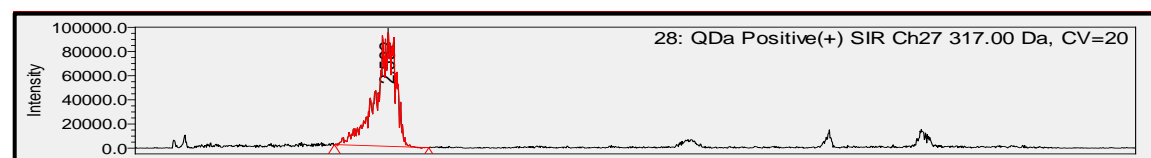
A



B

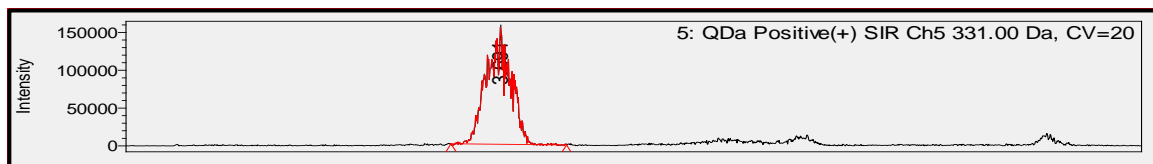


C



20

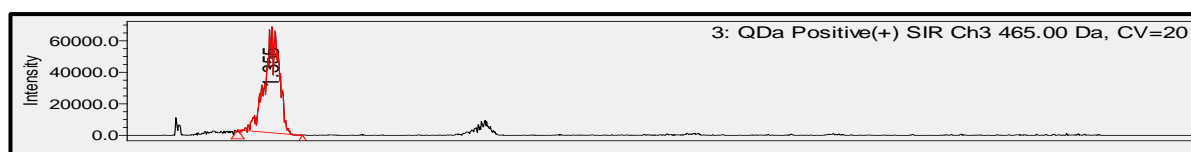
D



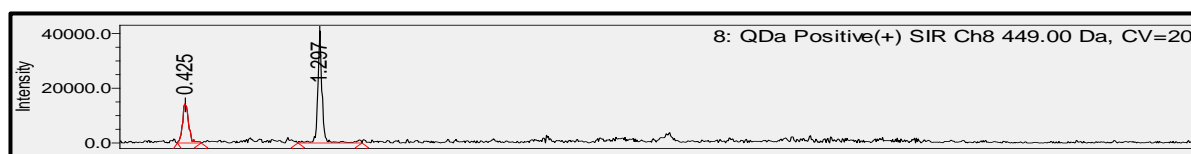
E

**Fig. 12.** UPLC-MS spectrum of aglycones of anthocyanins: **A-** cyanidin (m / z 28), **B-** peonidine (m/z301), **C-** delphinidin (m/z303), **D-** petunidine (m/z317) **E-** malvidin (m/z331).

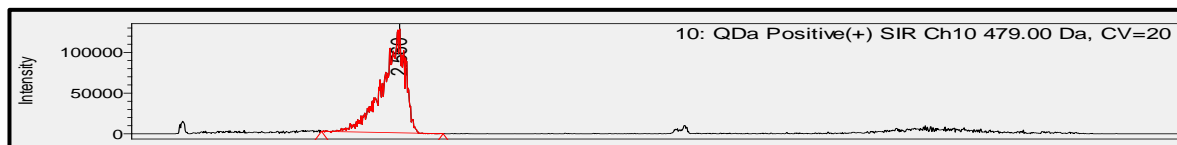
Using the UPLC-MSB method under the same conditions, 9 anthocyanins were identified in the wine samples (Fig. 13): delphinidin-3-O-glucoside (m / z465 / 303), cyanide-3-O-glucoside (m / z449 / 287); petunidin-3-O-glucoside (m / z 479/317); peonidin-3-O-glucoside (m / z463 / 301); Malvidin-3-O-Glucoside (m / z493 / 331); peonidin-3-O-acetylglucoside (m / z505 / 301); Malvidin-3-O-acetylglucoside (m / z 595/331); Peonidin-3-O-coumarilglucoside (m / z 609/301); Malvide 3-O-coumaryl glucoside (m / z 611/331).



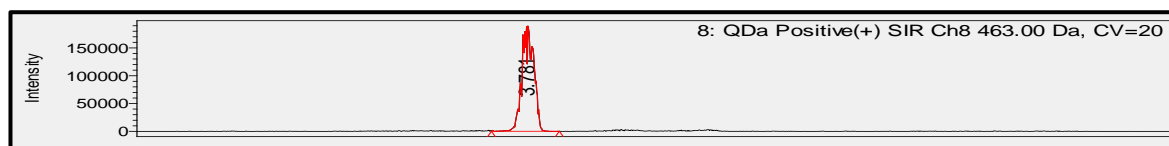
A



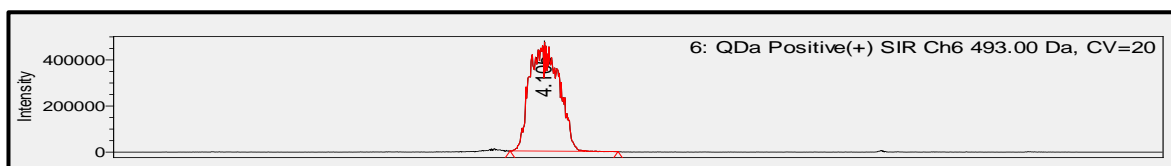
B



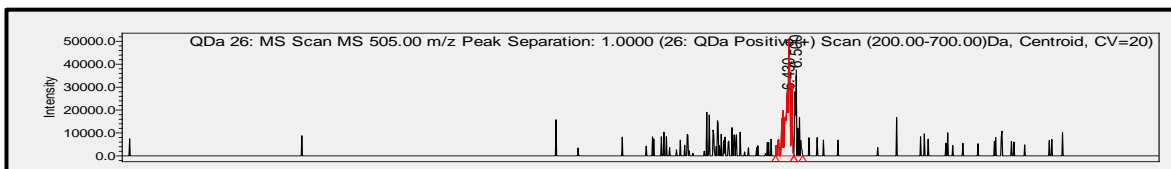
C



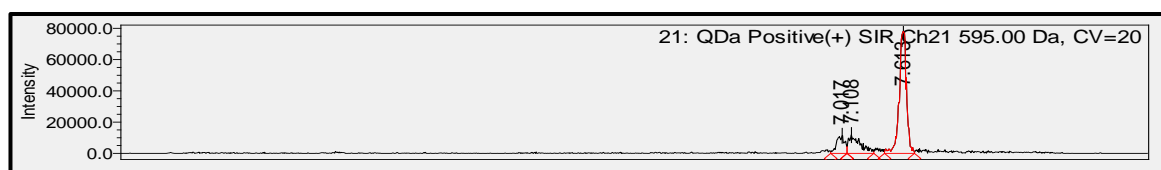
D



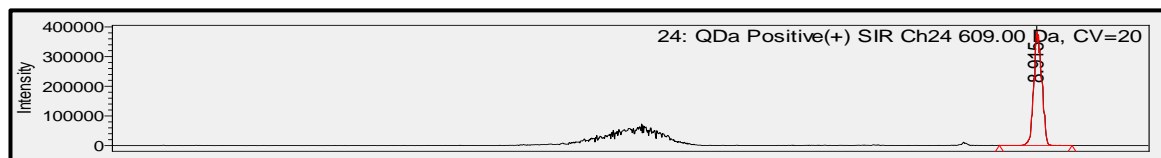
**E**



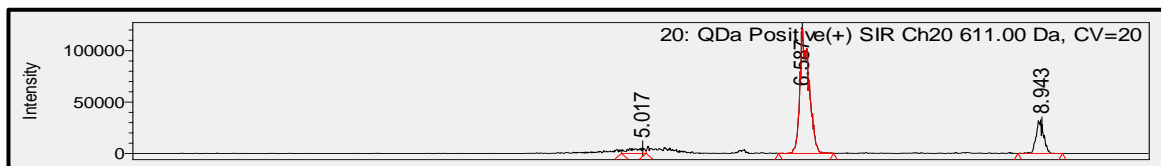
**F**



**G**



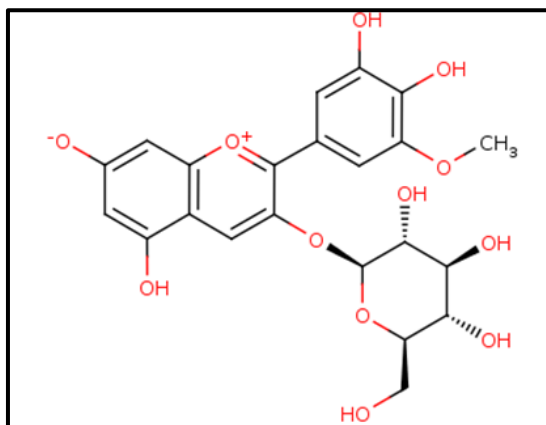
**H**



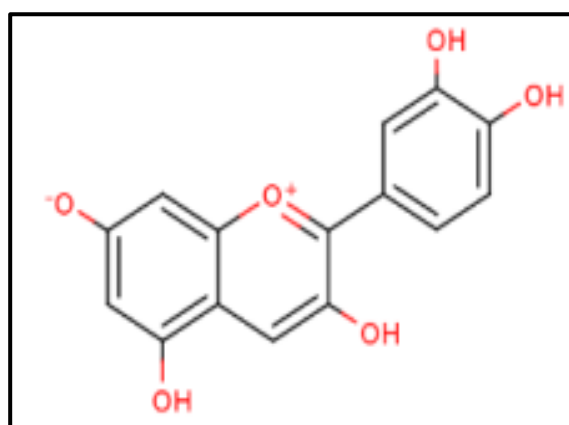
**I**

**Fig. 13.** UPLC-MS spectrum of aglycones of anthocyanins: **A** – delphinidin 3-O-glucoside; **B** – cyanidin -3-O- glucoside; **C** - petunidine 5-3-O- glucoside; **D** - peonidine -3-O- glucoside; **E** - malvidin -3-O- glucoside; **F** – peonidine -3-O- acetylglucoside; **G** – malvidin -3-O- acetylglucoside; **H** – peonidine -3-O- coumarilglucoside; **I** - malvidin -3-O- coumarilglucoside.

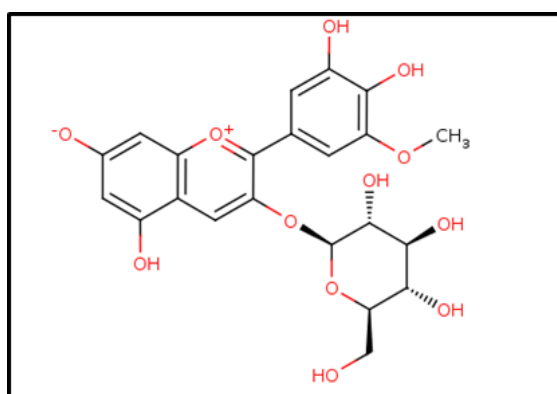
The content of malvidin-glucoside quantitatively predominates in all samples. The samples of wine differ in the number of monomeric anthocyanins, depending on grape variety.



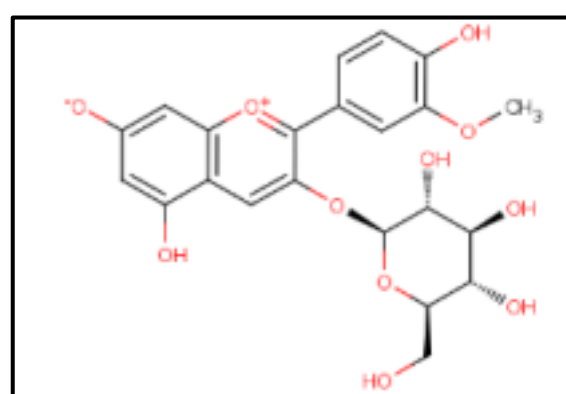
A



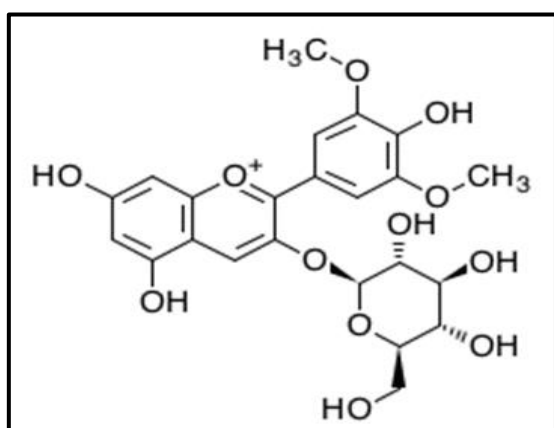
B



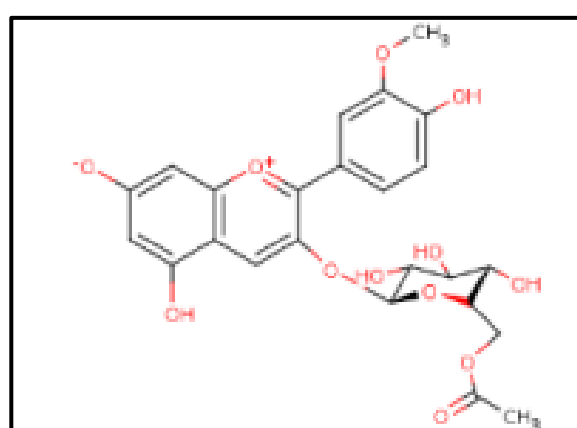
C



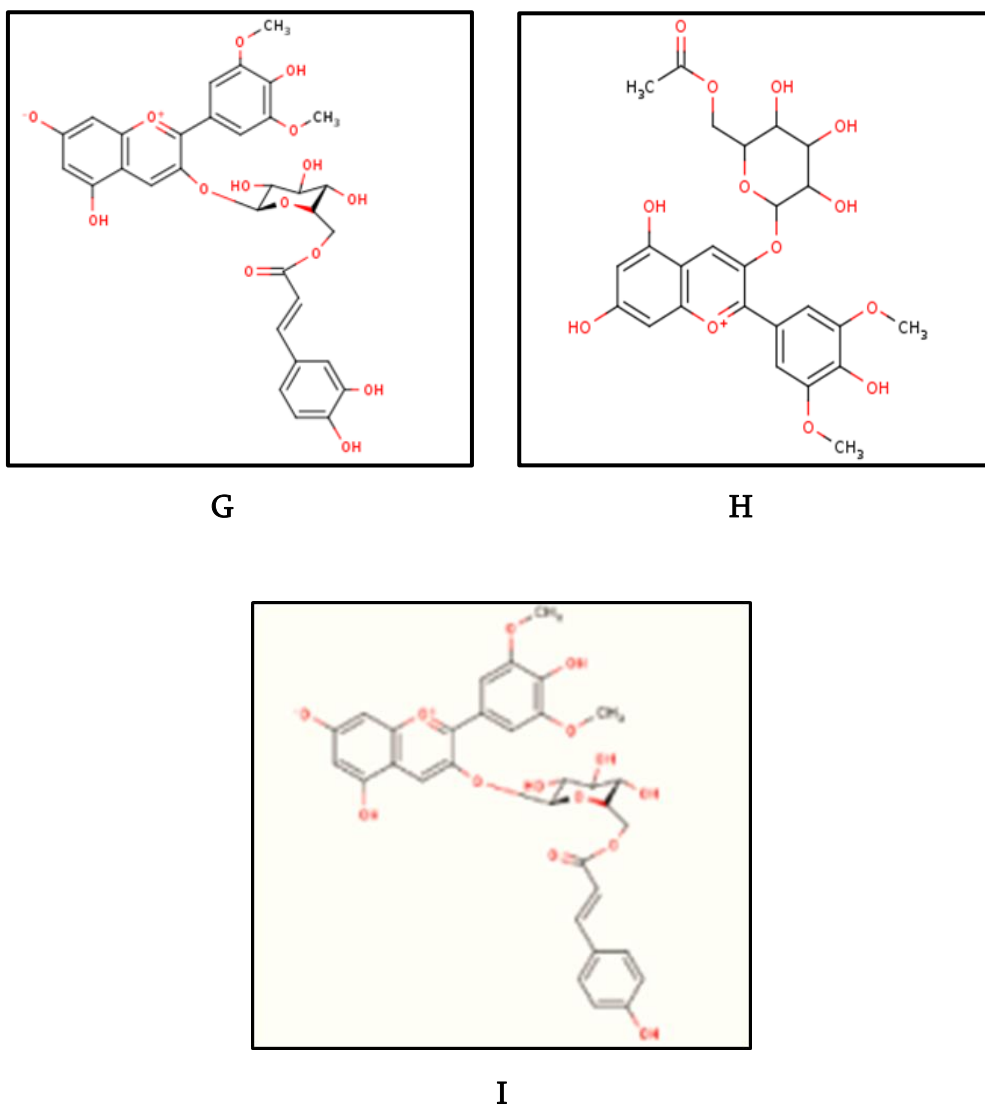
D



E



F



**Fig. 14. Formulas of anthocyanin glucosides:** A – delphinidin 3-O- glucoside; B – cyanidin -3-O- glucoside; C - petunidine 5-3-O- glucoside; D - peonidine -3-O- glucoside; E - malvidin - 3-O- glucoside; F – peonidine -3-O- acetylglucoside; G – malvidin -3-O- acetylglucoside; H – peonidine -3-O- coumarilglucoside; I - malvidin - 3-O- coumarilglucoside.

***Chapter 3. Quantitative analysis of phenolic compounds of grapes and wine of autochthonous varieties of Western Georgia and determination of their antioxidant activity using the DPPH method.***

**3.1. Quantitative analysis and antioxidant activity of common phenols, flavonols, anthocyanins and catechins of grapes and pink wine of Chkhaveri variety.**

The content of common phenols, flavonols and anthocyanins was identified in *Chkhaveri* grape variety and their number was compared according to location. For the quantitative analysis, 5 g of grapes without seeds have been extracted in 90% alcohol (200 ml)

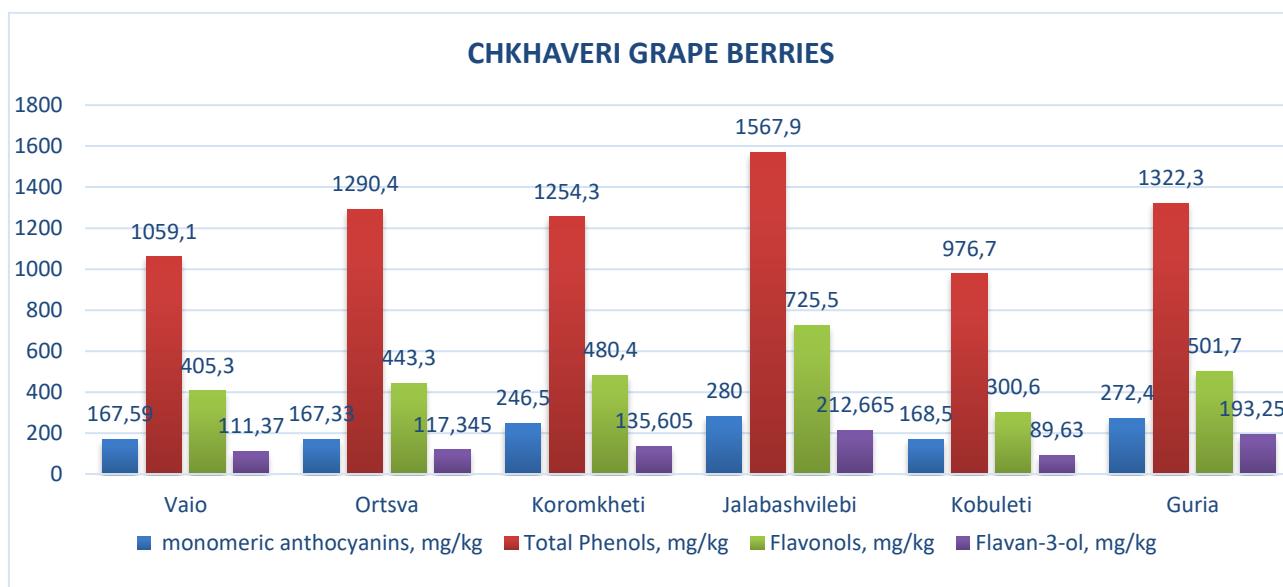
at the temperature of -20°C until a complete bleaching of the extract; thereafter, the presence of the substances in the obtained extract was determined by appropriate analysis methods. The research lasted for three years (2014, 2015, 2016), at different heights from the sea level and in different climatic conditions.

The number of common phenols in *Chakveri* grapes in 2016 varies between 976.7-1567.9 mg / kg per raw weight, monomeric anthocyanins - 168.5-280.0 mg / kg per raw weight, flavonols - 300.6-725.5 mg / kg and catechins - 89.63-212.665 mg / kg. The relatively high content of monomeric anthocyanins - 280.0 mg / kg was observed in *Charkveri* grapes, collected at 780 m above the sea level (vil. Jalabashvilebi).

The taken samples are rich in common phenols (1567.9 mg / kg), flavonols (725.5 mg / kg) and catechins (212.665 mg / kg). *Chakveri* grape variety, grown on the test area territory of Kobuleti (5 m above the sea level), is characterized by their relatively low content (monomeric anthocyanins - 168.5 mg / kg, common phenols - 976.7 mg / kg, flavonols - 300.6 mg / kg and catechins - 89.63 mg / kg per raw weight), while the biologically active compounds of *Chkhaveri* collected in Guria, namely village Erketi (360 m from the sea level), are distinguished by an average indicators (Diagram 2).

**Quantitative content of common phenols, flavonols, anthocyanins and catechins  
in Chkhaveri grapes**

Diagram 2

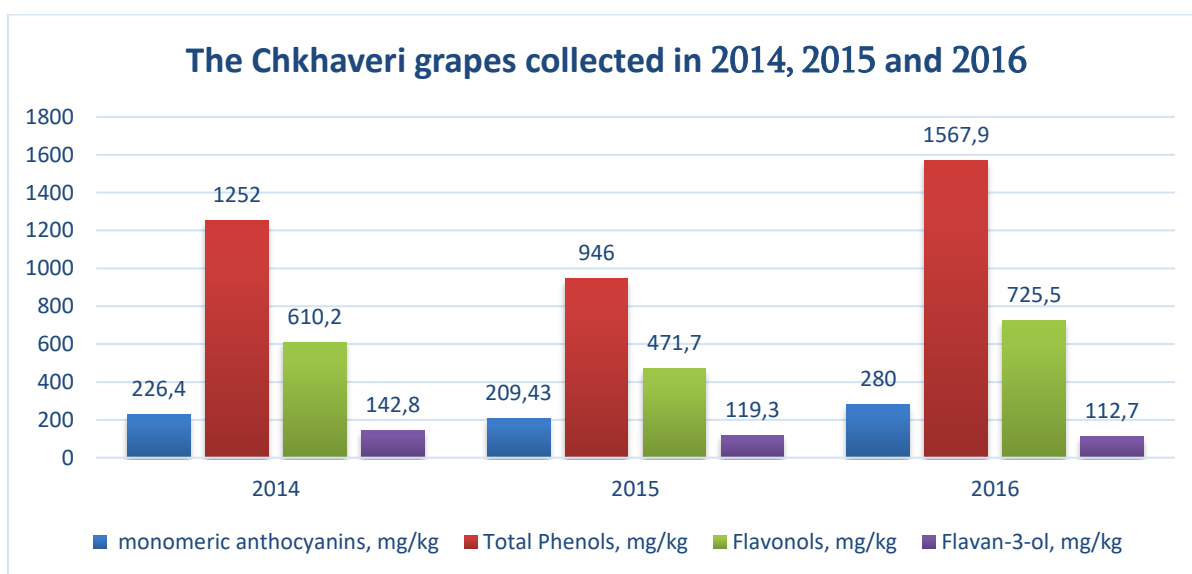


Such a content of the compounds in samples is apparently caused by a location of vine. Namely, the villages - Vaio, Ortsva, Koromkheti and Jalabashvilebi belong to the Keda

municipality and are situated on the left side of the Adjaristskali River, but at different altitudes (300-780 m) above the sea level. Thus, the content of the biologically active compounds of *Chkhaveri* from Jalabashvilebi, is also high, as with increasing height, environmental conditions become more stringent, and the plant strengthens its immunity due to the accumulation of phenolic compounds (Diagram 3).

**Quantity content of common phenols, flavonols, anthocyanins and catechins in *Chkhaveri* grapes, collected in 2014, 2015, 2015**

Diagram 3



Comparing the obtained results, it has been found that the maximum number of common phenols was recorded in the yield of 2016: common phenols - 1567,9 mg / kg, flavonols 725.5 mg / kg, catechins 212,665 and monomeric anthocyanins - 280,0 mg / kg per wet weight. This can be explained by the fact that 2016 was distinguished by a long period of vegetation.

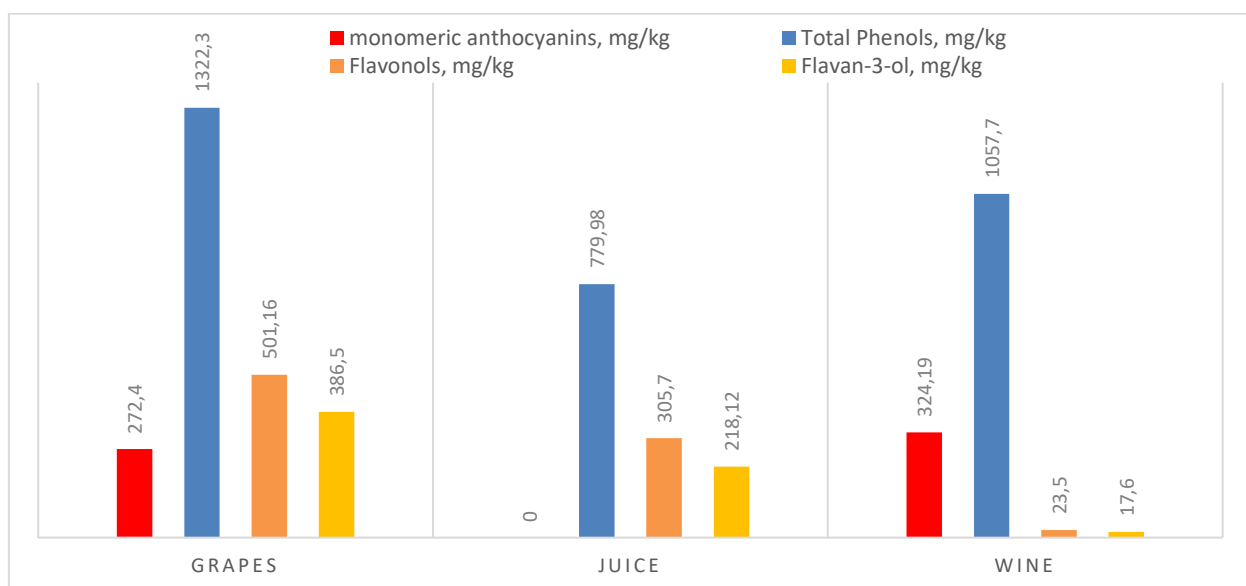
Grain phenolic compounds and their transformation products are actively involved in the formation and preparation of wine type - complex biochemical processes at all stages of storage. They directly affect the taste, colour, transparency and stability of wine.

The maceration is a technological process of wine making, which considers interacting of the solid and liquid phases of grape for some time, in order to get a drink with more extract, saturation and color. One of the main tasks in developing pink wine making technology from

*Chkhaveri* grapes is to maintain a pleasant, typical pink color in the process of maceration and infusion. It should also be taken into consideration that the abundance of extractive components or their insufficient amount may deteriorate the colour and the taste of the obtained wine, as well as the other indicators of its quality. Therefore, the establishment of the procedure for the implementation of this process should be determined individually for each specific case, taking into account the parameters of the final product, which should be prepared from a particular grape variety and macerated wine material.

### Phenolic compounds of Chkhaveri grapes, juice and wine.

Diagram 4



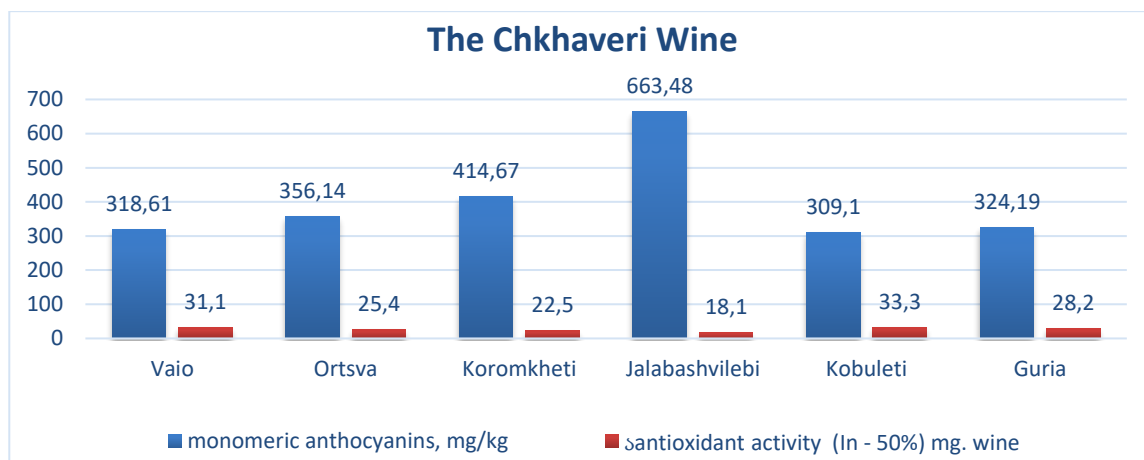
Anthocyanins are not found while straining the juice of the Chkhaveri grape. Their number increases in the process of maceration. (Diagram 4).

During the maceration process, the concentration of anthocyanins was identified every day in order to determine the optimal period. At the same time, a grape pulp was treated with enzyme preparations to ensure equal fermentation. The 5th day appeared to be the optimal one for obtaining the pink wine. After this time the color intensity increases, the pulp acquires darker tone, but the number of monomeric anthocyanins decreases and, therefore, the pigmentation (the polymerization) of anthocyanins occurs. After the pulp fermentation, 55% of the extracted anthocyanins are observed in wine, what represents 324.19 mg / kg; 80% or 1057.7 mg / kg of the common phenols; 4% or 23.5 mg / kg of flavonols; 3% or 17.6 mg / kg of catechins.



## The quantitative content of anthocyanins and antioxidant activity in Chkhaveri wine

Diagram 5



The antioxidant activity (the sample amount in milligrams, which inhibits the 50% DPPH) has also been identified in the *Chkhaveri* wine samples. The results are presented in the diagram and point to the fact that all the six samples of wine are characterized by high antioxidant activity, in particular, the *Chkhaveri* wine is distinguished by a relatively high antioxidant activity - 18,1 mg in Jalabashvili (780 m above the sea level), while in Kobuleti territory (5 m above the sea level) it is relatively low - 33.3 mg (Diagram 5).

There is a correlation between the number of monomeric anthocyanins and the antioxidant activity. The antioxidant activity increases with an increase of anthocyanins.

Depending on the altitudes, the presence of common acidity, sugar, common phenols, monomeric anthocyanins and flavonols varies in *Chkhaveri* grapes. It is caused by the climatic conditions. Among the 6 analyzed samples, the grapes, collected in the high area above the sea level (780 m), are distinguished by the highest content of compounds.

The juice of *Chakveri* grape variety, unlike the grape skin, does not contain anthocyanins. Their number increases in the process of maceration in wine produced by the Imeretian technology. 5 days are the most optimal time of maceration. There has been determined a directly proportional correlation between antioxidant activity and monomeric anthocyanins.

### ***3.2 Quantitative analysis of common phenols, catechins, flavonols and antioxidant activity of Tsolikouri, Tsitska, Klarjuli, Krakhuna and Kutatura grape varieties and wine.***

The samples of *Tsitska*, *Klarjuri*, *Krakhuna* and *Kutatura* grapes, collected in Imereti (vil. Opcha) are high in common phenols (1748.98 mg / kg), catechins (1147.73 mg / kg) and flavonols (453.92 mg / kg). The samples, collected in Keda, are close to them in quantity: common phenols (1578.0 mg / kg), catechins (1006.0 mg / kg) and flavonols (420.8 mg / kg). Although these two areas belong to different regions, they are similar in climatic conditions and the both are located at the same altitudes above the sea level. The samples, taken in Kobuleti, are distinguished by a relatively high content of flavonols, what can be explained by the concentration of flavonols in grapes, which increases according to how much these compounds are exposed to sunlight. Despite the fact that according to technical and biochemical data, the samples of grapes from Samegrelo (Vedidkari) are not inferior to other samples, they are distinguished by a relatively low level of all types of phenolic compounds. It is interesting to note that the content of biologically active compounds in the samples of *Tsitska*, collected in Imereti (Opcha), is higher than in the samples of grapes, collected in Adjara. The ratio 3: 2: 1 between the quantitative content of common phenols, catechins and flavonols, respectively, is maintained in all samples. The concentration of catechins in grapes grown in wetter conditions is higher than in dry and sunny areas. It is observed in the *Tsitska* samples taken in Adjara. This is observed in the *Tsitska* samples collected in Adjara.

The samples of Imereti region are distinguished with high antioxidant activity, determined by the DPPH method. There has been established a correlation between the content of phenolic compounds and antioxidant activity (Table 9).

The *Tsitska* grape samples, collected in the regions of Adjara and Imereti, are distinguished by a high content of common phenols 1410.0 - 1582.0 mg / kg, therefore, their antioxidant potential is high as well - 30.1-44.5 mg (Table 9) .

The quantitative content of phenolic compounds and antioxidant activity have been determined in 14 samples of wine made from five white varieties of grapes (*Tsolikouri*, *Tsitskha*, *Klarjula*, *Krakhuna* and *Kutaturi*), grown in three regions of western Georgia (Adjara, Samegrelo, Imereti).

**Common phenols, catechins, flavonols and antioxidant activity of Tsolikouri, Tsitska, Klarjuli, Krakhuna and Kutatura grape varieties**

Table 9

Grape name	Common phenolic compounds based on gallic acid calculation mg / kg	Flavonoids based on Rutin calculation, mg / kg	Catechins based on (+)-Catechin calculation, mg / kg	Antioxidant activity mg 50% of the sample inhibition
G.1	1347,58 ± 26,95	449,50 ± 8,99	964,67 ± 19,29	35 ± 0,70
G.2	1578, 00 ± 31,56	420,80 ± 8,42	1006,70 ± 20,13	33.3 ± 0,67
G.3	1748.98 ± 34,98	453.92 ± 9,08	1147.73 ± 22,95	30.1 ± 0,60
G.4	1135,55 ± 22,71	339,70 ± 6,79	828,00 ± 16,56	34.0 ± 0,68
G.5	988,70 ± 19,77	317,90 ± 6,36	778,50 ± 15,57	38.4 ± 0,77
G.6	1137,0 ± 22,74	340,00 ± 6,80	827,70 ± 16,55	34.2 ± 0,68
G.7	1098,30 ± 21,97	337,20 ± 6,74	799,80 ± 16,0	35.1 ± 0,70
G.8	998,90 ± 19,98	325,89 ± 6,52	779,80 ± 15,6	37.3 ± 0,75
G.9	976,56 ± 19,53	315,70 ± 6,31	750,80 ± 15,02	44.5 ± 0,89
G.10	1582,68 ± 31,65	540,00 ± 10,80	1052,82 ± 21,06	32.6 ± 0,65
G.11	1410,00 ± 28,20	481,50 ± 9,63	1001,50 ± 20,03	36.1 ± 0,72
G.12	1280,56 ± 25,61	420,00 ± 8,40	918,43 ± 18,37	39.1 ± 0,78
G.13	1265,92 ± 25,32	346,90 ± 6,94	954,97 ± 19,1	40.2 ± 0,80
G.14	902,91 ± 18,06	196,50 ± 3,93	772,00 ± 15,44	37.4 ± 0,75

In Adjara, the largest total amount of phenolic compounds is determined in two wines - W<sub>1</sub> (686.0 mg / kg) and W<sub>2</sub> (633.4 mg / kg), prepared from *Tsolikouri* grape variety. They are followed by *Tsitska* (W<sub>3</sub>), *Klarjula* (W<sub>4</sub>) and *Krakhuna* (W<sub>5</sub>), respectively, 611.0, 488.88, 405.8 and 386.68 mg / kg. The number of catechins in all five varieties vary from 32.5 to 42.53 mg / l and flavonols - from 105 mg to 272 mg per liter (Table 10).

.It is noteworthy that the wine (W<sub>1</sub>), made from *Tsolikouri* grapes from mountainous Adjara (the Keda municipality), contains more quantities of phenols (682 mg / l) and catechins (42.35 mg / l) than the wine (W<sub>2</sub>), prepared from the same grape variety, collected in Kobuleti, - 633.4 and 37.96 mg / l, respectively, while the amount of flavonols in both wines is almost equal (220.2 and 220.8 mg / l, respectively). The sum of wine phenols (653.22 and 845.0 mg / l), catechins (44.85 and 45.25 mg / l) and flavonols (392 and 380 mg / l) in *Tsitska* wine (W<sub>14</sub>) and *Tsolikouri* wine ( W<sub>13</sub>), made from grapes collected in Imereti (the Baghdadi municipality), exceeds the amount of phenolic compounds (633.4 and 611.0 mg / l, respectively), catechins (37.96 and 40.0 mg / l) and flavonols (220.8 and 272 mg / l) in the wines (W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>), prepared from the same varieties of grapes, collected in Adjara (the Kobuleti municipality).

**Phenolic compounds and antioxidant activity of Tsolikouri, Tsitska, Klarjula, Krakhuna and Kutatura wine**

Table 10

Nº wine	Common phenolic compounds based on gallic acid calculation, mg/m	Catechins (+)- based on catechin calculation, mg/l	Flavonoids based on Rutin calculation, mg/l	Antioxidant activity (In - 50%) mg of a sample
W.1	686.0 ± 20,58	42.35 ± 1,27	220,2 ± 6,61	24,3 ± 0,73
W.2	633.4 ± 19,00	37.96 ± 1,14	220,8 ± 6,62	25,2 ± 0,76
W.3	611.0 ± 18,33	40.00 ± 1,20	272,0 ± 8,16	27,6 ± 0,83
W.4	488.9 ± 14,67	33.81 ± 1,01	170,0 ± 5,10	29,1 ± 0,87
W.5	405.8 ± 12,17	32.50 ± 0,98	109,0 ± 3,27	30,1 ± 0,90
W.6	386.7 ± 11,60	35.78 ± 1,07	105,0 ± 3,15	28,1 ± 0,84
W.7	499.7 ± 14,99	37.80 ± 1,13	161.3 ± 4,84	26,5 ± 0,80
W.8	488.7 ± 14,66	35.50 ± 1,07	151.9 ± 4,56	30,2 ± 0,91
W.9	504.2 ± 15,13	38.96 ± 1,17	162.5 ± 4,88	26,3 ± 0,79
W.10	497.8 ± 14,93	36.90 ± 1,11	159.7 ± 4,79	27,2 ± 0,82
W.11	490.5 ± 14,72	36.40 ± 1,09	155.6 ± 4,67	28,1 ± 0,84
W.12	476.6 ± 14,30	33.00 ± 0,99	145.9 ± 4,38	37,1 ± 1,11
W.13	845.0 ± 25,35	45.25 ± 1,36	380,0 ± 11,40	22,4 ± 0,67
W.14	653.2 ± 19,60	44.85 ± 1,35	392,0 ± 11,76	22,3 ± 0,67

The total number of phenols in wines, prepared from *Tsolikouri* grapes, collected in six villages of the Martvili municipality of Samegrelo region (Table 2), varies by 476.6 mg / l (W<sub>12</sub>) 504.2 mg / l (W<sub>9</sub>), catechins 45.25 mg / l (W<sub>12</sub>) 38 1 96 mg / l (W<sub>9</sub>), while flavonols are 145.9 mg / l (W<sub>12</sub>) 162. 5 mg / l (W<sub>9</sub>). In the samples taken from all three regions, the wines W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>13</sub>, W<sub>14</sub>, prepared from the Adjarian, Imeretian *Tsolikouri* and the Imeretian *Tsitska*, are distinguished by high antioxidant activity; the wine samples of 24.3; 25.2; 22.4; 22.3 mg of wine samples, respectively, are enough for 50% inhibition of DPPH radicals (Table 10).

The quantitative content of phenolic compounds in wines, prepared from white grape varieties common in other countries, is of particular interest. For example, the sum of phenols in 24 wines, prepared from different grape varieties, spread in the Czech Republic, varies from 292 mg to 858 mg per liter. Moreover, the total number of phenols in 8 white wines, produced in the Czech Republic, ranges from 90 mg to 166 mg (Stratil P., Kuban V ...), while their number in two white wines, produced in Greece, is 450 mg / l and 267 mg / l (Roussis G.I., ambropoulos I.L....).

### ***3.3. Quantitative content of common phenols, monomeric anthocyanins, catechins, flavonols and antioxidant activity in red grape variety and wine.***

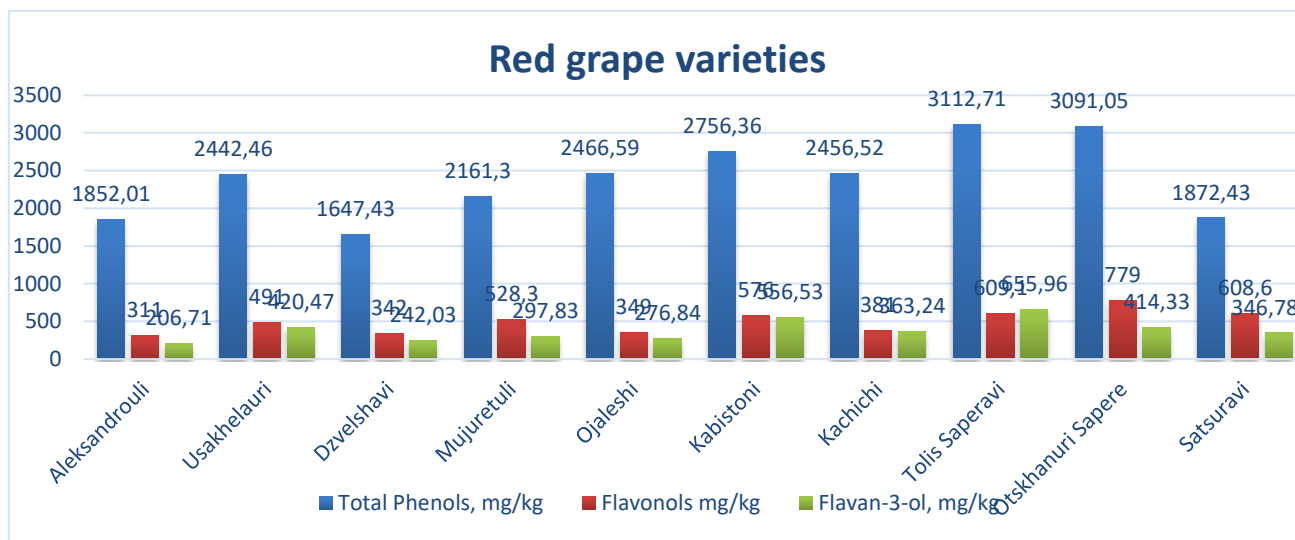
The phenolic compounds of five red grape varieties cultivated in different regions of Georgia, have been studied: *Aleksandrouli* (Racha), *Mujuretuli* (Racha), *Saperavi* (Kakheti), *Otskhanuri Sapere* (Imereti), *Ojaleshi* (Samegrelo). The quantitative content of common phenols, catechins and flavonols and antioxidant activity were determined in grapes.

The grapes taken for analysis (the harvest of 2015-2016), are characterized by high content of biologically active compounds, the presented samples differ in the content of phenolic compounds. In particular, the total phenol content is 1647,43 - 3112.71 mg / kg. The grape samples of *Tolis Sapere* (3112.71 mg / kg) and *Otskhanuri Sapere* (3091,05 mg / kg) are comparatively high in phenolic compounds. In the presented samples, the concentration of phenolic compounds in *Dzvelshavi* and *Satsuravi* varieties is relatively low - 1647,43-1872,43 mg / kg. Similarly to the phenolic compounds, flavonols are also represented in a similar ratio. Their content is 311,0 - 609,1 mg / kg, and the flavon-3s are within 206,71-655,96 mg / kg. The correlation between phenolic compounds and flavonols is expressed in 1: 5- 1: 6 ratio.

The anthocyanins are localized in grape grains in almost all red grape varieties – *Usakhelauri*, *Dzvelshavi*, *Kabistoni*, *Otskhanuri Sapre*, *Tolis Sapere*, *Aleksandrouli*, *Mujuretuli*, *Kachichi*, *Ojaleshi* and *Satsuravi*. In particular, most of them are in the area adjacent to the softness. Anthocyanins determine the colour of berries during the ripening period and the colour of wine after fermentation.

### The Content of Common Phenols, Flavonols and Catechins in Red Grape Varieties

Diagram 6

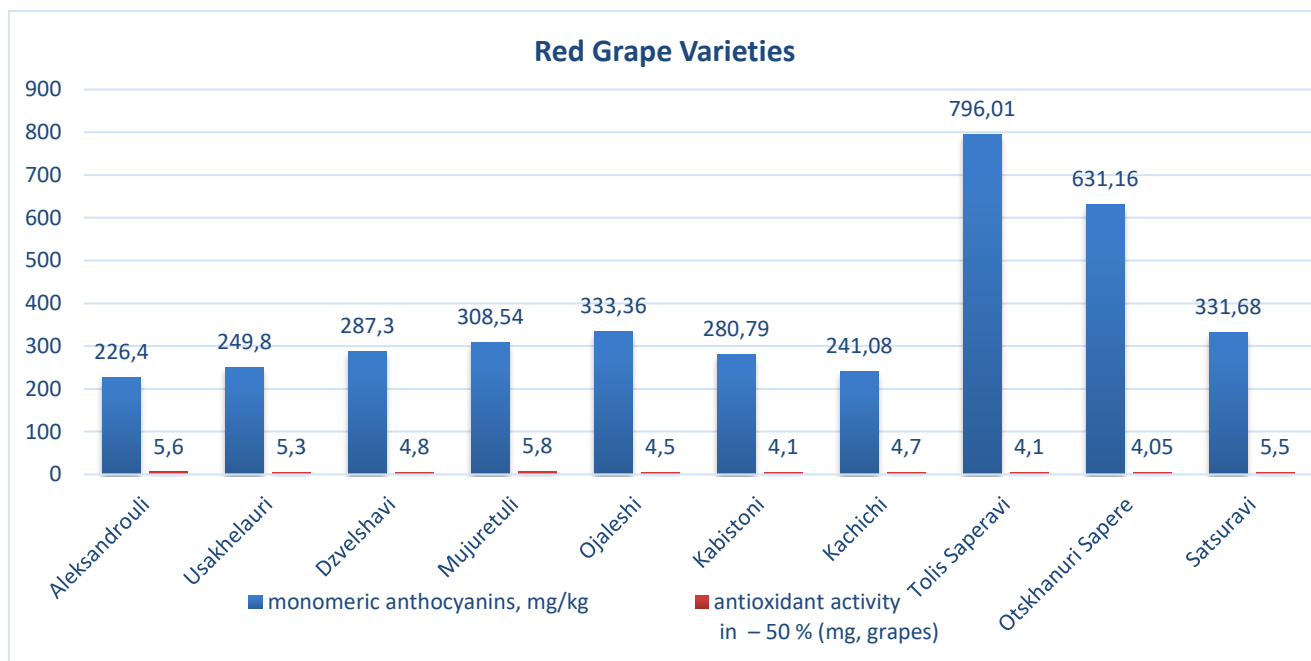


Different varieties of grapes have individual peculiarities of the formation and accumulation of anthocyanins. The content of monomeric anthocyanins is 796,01 mg / kg in *Tolis Sapere* grapes; it is followed by *Otskhanuri Sapere* - 631,16 mg / kg. The number of anthocyanins in *Ojaleshi* and *Satsuravi* is almost equal - 333,36 and 331,68 mg / kg (Diagram 7). Among the analyzed samples, a relatively low content of anthocyanins is in *Aleksandrouli* - 226.4 mg / kg, *Usakhelauri* - 249.8 mg / kg, *Dzvelshavi* - 287.3 mg / kg, *Mujuretuli* - 308.54 mg / kg and *Kachichi* - 241,08 mg / kg of per raw weight.

The extracts of analyzed grapes are characterized by high antioxidant activity. In order to inhibit 50% of the biologically active ingredients by a radical, it is necessary to dilute the extract 1g / 100ml in a ratio of 1: 2. According to the obtained results, *Tolis Sapere*, *Otskhanuri Sapere* and *Kabistoni* are distinguished by a high antioxidant activity – 4; 4; 4.1 mg, respectively. The antioxidant activity in the extracts of *Dzvelshavi*, *Ojaleshi* and *Kachichi* grapes is 4.8, 4.5 and 4.7 mg. The samples of *Aleksandrouli*, *Usakhelauri*, *Mujuretuli* and *Satsuravi* are characterized by a similar activity - 5.6, 5.3, 5.8 and 5.5 mg (Diagram 7).

The content of monomeric anthocyanins and antioxidant activity  
in grape varieties of red vine

Diagram 7



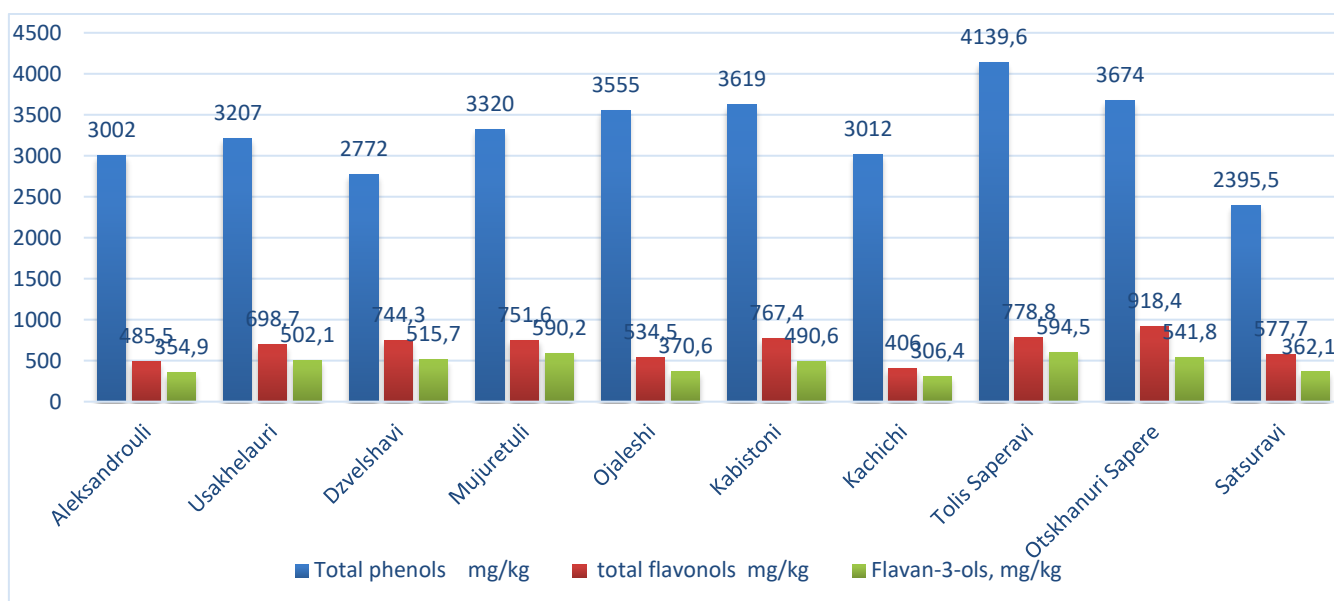
There have been studied the wines, made from red grape varieties (*Aleksandrouli*, *Usakhelauri*, *Dzvelshavi*, *Mujuretuli*, *Ojaleshi*, *Kabistoni*, *Kachichi*, *Tolis Saperavi*, *Otskhanuri Saperavi* and *Satsuravi*), grown in different places of the three regions of western Georgia - Adjara, Imereti and Samegrelo.

The content of the common phenolic compounds in the presented wine samples varies between 2395.5-4139.6 mg / l. The wine samples of *Tolis Saperavi*, *Kabistoni* and *Otskhanuri Saperavi* are characterized by a relatively high content - 4139.6 mg / l, 3619.0 mg / l and 3674.0 mg / l, respectively. Diagram 8).

The concentration of phenolic compounds in *Dzvelshavi* and *Satsuravi* is relatively low - 2772.0-2395.5 mg / l, respectively. Similarly to the phenolic compounds, the content of flavonols also varies between 406.0 - 918.4 mg / l, and the number of catechins is between 354.9- 594.5 mg / l (Diagram 8).

## The content of common phenols, catechins and flavonols in the wine of red grape varieties

Diagram 8



There is a directly proportional correlation between the quantitative content of antioxidant activity and monomeric anthocyanins (Table 20). The samples of unaged wine of the variety *Aleksandrouli* are characterized by high content of monomeric anthocyanins - *Aleksandrouli 1* (871.7 mg / l); they contain high antioxidant activity - 59.6%. In the samples of *Mujuretuli* wine, the total amount of monomeric anthocyanins is lower than in the other samples (327.1 mg / l) and, therefore, the antioxidant activity is lower as well - 36.4%.

The quantitative content of identified anthocyanins in wine samples is different and varies according to the variety and the wine age (Table 12). In the studied samples malvidine-3-glucoside is a dominant. At the same time, the samples of *Saperavi* wine are characterized by its highest number (264.05 mg / l), while the samples of *Mujureteli* and *Ojalesheli* grape varieties have its lowest content - 125,44 and 126,99 mg / l, respectively. After malvidine-3-glucoside, cyanidine-3-glucoside dominates in wine samples (89.36 mg / l in *Ojaleshi* wine), then comes petunidine-3-glucoside, which prevails in the wines made from the remaining varieties. A low content of peonidin-3-glucoside (12.95 mg / l) was recorded in samples of *Otskhanuri Sapere* wine; the lowest content of malvidine-3-O-acetylglucoside (2.48 mg / l) was observed in samples of *Mujuretuli*.

The results of the study have shown that the number of anthocyanins in wine, prepared from *Alexandrouli* grape variety, decreased after a year of aging: in 7.8 times - malvidine-3-O-



acetylglucoside (from 144.27 mg / l to 18.40 mg / l), in 4.6 times - dolphinidine -3-glucoside (from 52.13 mg/l to 11.22 mg/l), in 2.7 times - malvidin-3-cumaryglucoside and peonidin-3-cumaryglucoside (from 19.96 mg / l to 7.44 mg / l and from 94.58 mg / l to 34.36 mg / l, respectively), in 2 times - petunidine-3-glucoside and peonidine-3-acetylglucoside (from 101.55 mg / l to 43.14 mg / l and from 15.78 mg / l to 7.03 mg / l, respectively), 51.4% - malvidine-3-glucoside (from 353.13 mg / l to 171.49 mg / l), 44% - cyanidine-3-glucoside (from 11.72 mg / l to 6.59 mg / l ), 42% of peonidine-3-glucoside (from 47.68 mg / l to 27.48 mg / l), while the total number of anthocyanins decreased in 2.4 times (from 871.7 mg / L to 370 mg / l).

### Content of anthocyanins in wine samples

Table 12

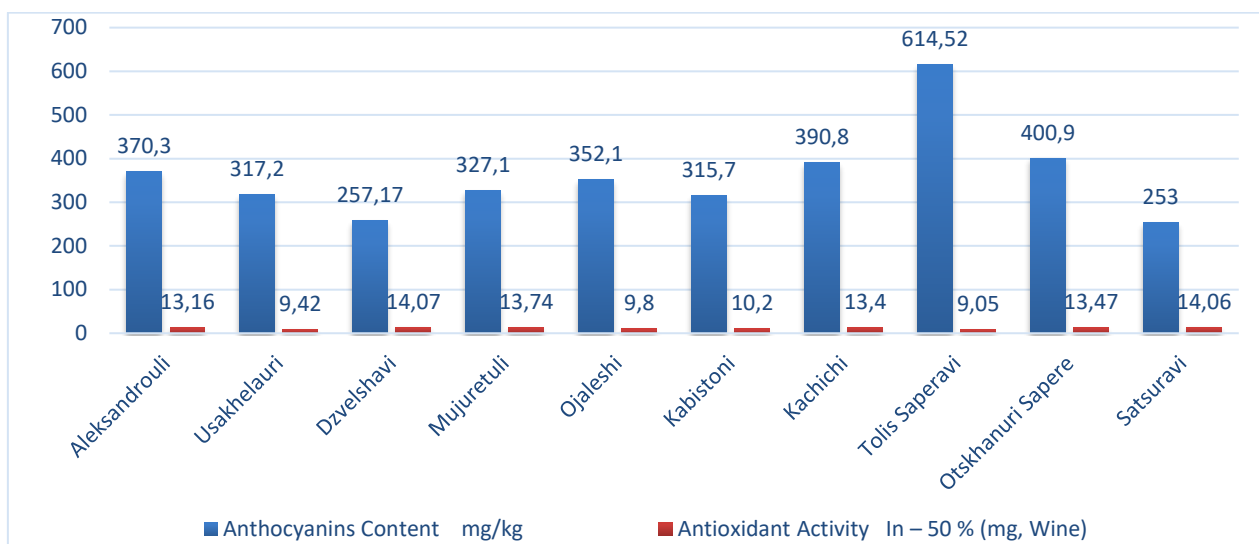
#	Anthocyanins, mg/l	Alexandrouli -1	Alexandrouli -2	Saperavi	Mujuretuli	Ojaleshi	Oskhanuri Sapere
1	dolphinidine -3-glucoside	52.13	11.22	47.75	13.57	41.30	34.60
2	cyanidine-3-glucoside	11.72	6.59	6.88	5.40	89.36	3.89
3	petunidine-3-glucoside	101,55	43.14	92.42	39,28	77.25	53.24
4	peonidine-3-glucoside	47.68	27.48	27.65	21.92	46.26	12.95
5	malvidine-3-glucoside	353.13	171.49	264.05	125.44	126.99	136.83
6	peonidin-3-acetylglucoside	15.78	7,03	33.06	13.74	19.69	4.69
7	malvidin-3-acetylglucoside	144.27	18.40	13.76	2.42	23.16	34.60
8	malvidin-3-cumaryglucoside	19.96	7.44	9.40	4.97	2.48	3.25
9	peonidin-3-cumaryglucoside	94.58	34.36	34.10	25.02	9.44	14.55
	Total	871.70	370.30	614.50	327.10	621,0	400.9

The total amount of the identified anthocyanins in the samples of *Saperavi* and *Ojaleshi* is almost two times higher than that of *Alesandrouli* and *Mujuretuli* samples.

The aging of *Aleksandrouli* wine throughout a year, along with a decrease of anthocyanins in the sample of Aleksandrouli 2, causes a decrease of antioxidant activity (from 59.6 to 38.0%).

**Anthocyanins Content and Antioxidant Activity of Wine Samples**

Diagram 9



The direct proportional correlation between quantitative content of anthocyanins and antioxidant activity has been revealed. The amount of monomeric anthocyanins and the antioxidant activity decreases during a year of wine aging.

## CONCLUSIONS

1. The phenolic compounds of wine and 16 autochthonous grape varieties of the western Georgia have been studied.
2. There have been identified 9 anthocyanins in the wine, produced from the grape varieties (*Aleksandrouli*, *Mujuretuli*, *Saperavi*, *Otskhanuri Sapere* and *Ojaleshi*) spread in the winemaking regions of Georgia: Dolphinidine-3- O-Glucoside, Cyanidin-3- O-Glucoside, Petunidine-3- O-Glucoside, Peonidine-3 O-glucoside, Malvidine-3-O-glucoside, Peonidine-3-O-Acetylglucoside, Malvidine-3-O-Acetylglucoside, Peonidin-3-O-Coumarylglucoside and Malvidine-3-O-Coumarylglucoside. Malvidine-3-O-glucoside quantitatively dominates in all samples.
3. 5 flavonols have been identified in wine of white grape varieties of *Tsolikouri*, *Tsitska*, *Klarjula*, *Krakhuna* and *Kutatura* spread in Adjara, Imereti and Samegrelo: (-) -epicatechin, procyanidin B2, quercetin-3-0-glucoside, quercetin-3-0-rhamnoside and quercetin-3-0-glucuronide.
4. Among the grapes grown at different altitudes from the sea level, the maximum amount of common phenols, catechins, flavonols and monomeric anthocyanins has been fixed in *Chakveri* grape variety, grown at the altitude of 780 m above the sea level (the Jalabashvilebi village), while their minimum amount is fixed at the altitude of 5 meters above the sea level (Kobuleti). The wine, prepared from *Chkhaveri* grape variety, cultivated at the altitude of 780 m above the sea level, is distinguished by a high antioxidant activity; the maximum accumulation of common phenols, catechins, flavonols and monomeric anthocyanins in *Chakveri* grape samples, harvested in 2014-2016, was in 2016, which was distinguished for a long period of vegetation; comparing the monomeric anthocyanins of *Chkhaveri* grape berries, juice and wine, there has been found that they are much more in wine than in grape berries; the juice does not contain them at all, while common phenols, catechins and flavonols prevail in berries.
5. Among the white grape varieties (*Tsolikouri*, *Tsitska*, *Klarjula*, *Krakhuna* and *Kutatura*), spread in Adjara, Imereti and Samegrelo, *Tsolikouri* grapes, grown in Imereti (Opcha), are distinguished in phenolic compounds, where the total number of phenols, catechins and

flavonols is 1748.98, 1147.73 and 453.92 mg / kg, respectively, while the antioxidant activity is 30.1 units. The wines, prepared from *Tsolikouri* and *Tsitska* grape varieties, are distinguished by the composition of phenolic compounds and the antioxidant activity.

6. Among the red vine grape varieties (*Aleksandrouli*, *Usakhelauri*, *Dzvelshavi*, *Mujuretuli*, *Ojaleshi*, *Kabistoni*, *Kachichi*, *Tolis Sapere*, *Otskhanuri Sapere* and *Satsuravi*), spread in Adjara, Samegrelo and Imereti, the maximum number of common phenols, catechins and flavonols is collected in *Tolis Sapere* - 3112.71, 655.96 and 609.1 mg / kg, respectively, while the minimum number is in *Dzvelshavi* - 1647.43, 420.47 and 491.0 mg / kg. *Tolis Sapere* is also distinguished by the content of common phenols, catechins and flavonols - 4139.6, 594.5 and 778.8 mg / l, respectively.
7. The amount of anthocyanins in red wine samples is different and varies according to the grape variety.
8. A correlational change in phenolic compounds between grape seed, grape juice and wine has been established.

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

**M. Kharadze**, I. Japaridze, A.Kalandia, M. Vanidze. Anthocyanins and antioxidant activity of red wines made from endemic grape varieties. *Annals of Agrarian Science*, volume 16, Issue 2, Agricultural University of Georgia. Published by Elsevier B.V. Pp. 181-184 Elsevier B.V. June 2018;

**M. Kharadze**, I. Djaparidze, M. Vanidze, A. Kalandia, Chemical Composition and Antioxidants of 14 Varieties of White Grape spread in Western Georgia. *Global Journal of Current Research* Vol. 6 No. 1, ISSN: 2320-2920, Online version available at: Pp. 31-35, 2018;

**M. Kharadze**; I. Djaparidze; A. Shalashvili, M. Vanidze, A. Kalandia, Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Some White Varieties of Grape Wines Spread in Western Georgia, *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*. Tbilisi 2018.

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

**M. Kharadze**, I. Djaparidze, M. Vanidze, A. Kalandia. Antioxidant Activity of Grape Chkhaveri and Its Wine Cultivated in West Georgia (Adjara). 2017. 19th International Conference on Chemistry ICC: Dec 25-26, 2017 in Dubai, UAE.

**Kharadze M.**, Japaridze I., Vanidze M. "Carbohydrate research with high pressure liquid chromatography method in Georgian Grape Varieties of Chkhaveri, Tsitska and Tsolikouri" 2016, 19-20 May, Georgia, Kutaisi, International Scientific-Practical Conference "Modern Engineering Technologies and Environmental Protection";

**Kharadze M.**, Japaridze I., Vanidze M. Antioxidant activity of the Chkhaveri wine, 2015, September 29 - October 2, Moscow, IX International Conference "Bio-antioxidant";

Vanidze M. Japaridze I., **Kharadze M.** "Determination of the naturalness of anthocyanins in the Chkhaveri variety", 2014, Georgia, Kutaisi, International Scientific-Practical Conference "Actual Problems of Production and Modern Technologies";

**Kharadze M.**, Japaridze I., Vanidze M. Koplatadze L. "Grape antioxidant activity". 2014, Georgia, Kutaisi, International Scientific-Practical Conference "Science and Innovative Technologies".