

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თამარი მახვილაძე

არომატის წარმოქმნის თავისებურების შესწავლა კახურ და ევროპული წესით
დამზადებულ ღვინოებში

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორ ეფერ ატი

სადოქტორო პროგრამა სასურსათო ტექნოლოგია
შიფრი 0104

თბილისი

2022 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში, აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი გიორგი ქვარცხავა
რეცენზენტები:

დაცვა შედგება ----- წლის ”-----” -----, -----საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კოლეგიის სხდომაზე

კორპუსი XI, აუდიტორია 212

0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი №17.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი-----

შესავალი

ნაშრომის აქტუალურობა. ღვინო ერთ-ერთი უძველესი ალკოჰოლური სასმელია და ყოველწლიურად მსოფლიოში მისი მოხმარება იზრდება. OIV-ის 2020 წლის მონაცემების მიხედვით, მთელი მსოფლიოს მასშტაბით 234 მილიონი ჰექტოლიტრი ღვინო მოიხმარება. მომხმარებელი ღვინოს ანიჭებს უპირატესობას სხვა ალკოჰოლურ სასმელთან შედარებით ორი მთავარი მიზეზის გამო: არსებული კულტურული ტრადიციებისა და ღვინის დეგუსტირებისას მიღებული სიამოვნებისთვის. ღვინის არომატს ქმნის 1000-ზე მეტი აქროლადი ნაერთი, რომლებიც ღვინოში ხვდება ან წარმოიქმნება წარმოების სხვადასხვა ეტაპიდან რაზეც გავლენას ახდენს გარკვეული ფაქტორები, როგორცაა: ყურძნის ჯიშში და მისი ქიმიური შემადგენლობა, ყურძნის დამუშავება და დუღილის ტექნოლოგია, ვაშლ-რძემჟავა დუღილი და დაძველებისას მიმდინარე პროცესები. ღვინის წარმოების სხვადასხვა ეტაპზე წარმოქმნილი ქიმიური ნაერთები და მომხმარებლის სენსორული რეცეპტორები ხასიათდებიან მრავალფეროვანი ურთიერთქმედებით, რომლებიც განაპირობებენ ღვინის უნიკალურ გემოს და არომატის გამოვლენას.

ღვინის ძირითადი კომპონენტებია წყალი და ეთანოლი, რომელიც ჩვეულებრივ შეადგენს 97% (w/w). დანარჩენი ნაერთები კი, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან ღვინის არომატსა და ფერზე, ჩვეულებრივ წარმოდგენილია <10 გ / ლ-ზე შემცველობით. ღვინო მიიღება ალკოჰოლური დუღილით, რის შედეგადაც ხდება ყურძნის შაქრის სრული ან ნაწილობრივი გარდაქმნა ეთანოლად და CO₂. შაქრის მოხმარებისა და ალკოჰოლის წარმოქმნის მიღმა დუღილისა და შენახვის დროს ბევრი ქიმიური ცვლილება ხდება, რაც მარტივად აიხსნება ღვინის შემადგენლობაში არსებული ნაერთების ქიმიური გარდაქმნით. ძირითადი რეოლოგიური მახასიათებლები (სიმკვრივე, ზედაპირული დაძაბულობა, სიბლანტე) უმნიშვნელოვანეს გავლენას ახდენს პირის ღრუში ღვინის შეგრძნებაზე. დამატებით ეს მახასიათებლები ცვლიან სიტკბოს, სიმწარის, სიმწკლარტის, არომატულობის და შემკვრელობის სენსორულ აღქმას.

ღვინის თითოეული კომპონენტი მნიშვნელოვან და განსხვავებულ როლს ასრულებს ღვინის ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების განსაზღვრისას:

- წყალი, გარდა იმისა რომ ღვინის მატრიცის მთავარი კომპონენტია, ასევე ის ქმნის ტაქტილურ მახასიათებელს.
- ეთანოლი, წყალთან ერთად ქმნის ღვინის მატრიცას და ტაქტილურ მახასიათებელს. დამატებით ის ასრულებს მწარე, ტკბილი და სხვა არომატის გამოვლენის ხელშემწყობ ფუნქციას.
- მჟავები - განაპირობებენ მჟავე გემოს განვითარებას, დატებით კი აქვთ pH ბუფერული ფუნქცია.
- შაქრები - განაპირობებენ ღვინის მოტკბო გემოს და მცირე როლს თამაშობენ პირის ღრუში ღვინის აღქმაში.
- ფენოლური ნაერთები - განსაზღვრავენ ღვინის ფერს და მონაწილეობენ სიმწარის აღქმაში.
- მინერალურ ნივთიერებებს, მჟავების მსგავსად აქვთ pH ბუფერული ფუნქცია და მცირე გავლენას ახდენენ არომატის გამოვლენაზე.
- სუნის წარმომქმნელი ნაერთების მოქმედებით ხდება ღვინის არომატის ჩამოყალიბება.

ღვინის არომატი გადამწყვეტ როლს თამაშობს მომხმარებლის მიერ ღვინის შერჩევაში, ამიტომ ღვინის წარმოების სხვადასხვა ტექნოლოგიის გავლენის შესწავლა ღვინის არომატის ფორმირებაზე აქტუალური საკითხია.

საქართველოს აგრარული ეკონომიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულებაა მევენახეობა და მეღვინეობა. მევენახეობის პროდუქციის 60%-ზე მეტი იწარმოება კახეთის რეგიონში, სადაც ღვინის წარმოება ეფუძნება უძველეს „კახურ“ ტექნოლოგიას. დღეისათვის ქართული ღვინის პოპულარობა იზრდება მსოფლიოში, ამიტომ მნიშვნელოვანია გამოიკვეთოს ქართული ჯიშების და „კახური“ მეღვინეობის ტექნოლოგიით დამზადებული ღვინოების ექსკლუზიურობა და ხაზი გავუსვათ მათ სენსორულ და ქიმიურ მახასიათებლებს. ქართველი და უცხოელი მკვლევარების მიერ მუდმივად ხორციელდება ქართული

ღვინის შესწავლა. აღწერილია ქართული ყურძნის ჯიშებისგან ტრადიციული ტექნოლოგიით დამზადებული ღვინოების ძირითადი ქიმიური მახასიათებლები. თუმცა, ლიტერატურაში ცოტაა სამეცნიერო კვლევები, რომელიც ფოკუსირებულია აბორიგენული ყურძნის ჯიშებისგან (რქაწითელი, მწვანე კახური, ქისი და ხიხვი) კახური ტრადიციული ტექნოლოგიით დამზადებული ღვინოების ქიმიური, ბიოაქტიური და არომატული პროფილის დაახასიათებაზე.

კვლევის მიზანი და ამოცანები: კვლევის მიზანია ვაზის ქართული ჯიშების ყურძნის ნაწილების (კანის, წიპწის, მტევნის) და დუდილის პროცესში მათგან ექსტრაქტირებული ნაერთების გავლენის შესწავლა ღვინის არომატის გაუმჯობესებაზე კახური ტექნოლოგიით დამზადების პირობებში.

მიზნის განხორციელებისთვის დავისახეთ რამდენიმე სამუშაო ამოცანა:

- ღვინის დამზადება კახური და ეროპული ტექნოლოგიებით, რომლის დროსაც მნიშვნელოვანია შევამციროთ ტერუარებისა და მევენახეობაში გამოყენებული აგროტექნიკური მეთოდების გავლენა.
- ღვინის ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების (ნარჩენი შაქრის კონცენტრაცია, ეთილის სპირტის კონცენტრაცია, pH, აქროლადი მჟავები, ტიტრული მჟავიანობა, თავისუფალი და შეკავშირებული SO₂ რაოდენობა, საერთო ექსტრაქტის შემცველობა, საერთო მინერალური ნივთიერებების რაოდენობა, ამინური აზოტი და საღებარი ნივთიერებების შემცველობა) დადგენის საფუძველზე ვაზის ჯიშობრივი თავისებურების შესწავლა.
- სხვადასხვა ტექნოლოგიით დამზადებული ღვინოების ბიოაქტიური კომპონენტების და ანტიოქსიდანტური აქტივობის შესწავლა.
- კახური და ევროპული მეთოდით ღვინის დამზადებისას წარმოქმნილი ორგანული მჟავების და უმაღლესი სპირტების შემცველობის დადგენა.
- ღვინოების სენსორული ანალიზის ჩატარება, განსაკუთრებული აქცენტით მეორეულ არომატებზე.
- შესწავლილ ღვინოებში მეღვინეობის მეთოდისა და გამოვლენილ არომატული ნაერთებს შორის ურთიერთკავშირის დადგენა.

კვლევის მეცნიერული სიახლე. კვლევის ფარგლებში სხვადასხვა ქიმიური და ორგანოლექტიკური მეთოდებით შესწავლილი იყო ღვინის წარმოების სხვადასხვა ეტაპზე არომატული ნაერთების ფორმირებისა და გარდაქმნაზე ღვინის დამზადების ტექნოლოგიის (კახური და ევროპული) გავლენა. კვლევების საფუძველზე დადგინდა კორელაცია ტერუარებისა და მევენახეობაში გამოყენებული აგროტექნიკური მეთოდების გავლენის გარეშე; მიღებული შედეგები კი შეიძლება გამოყენებული იქნას მომხმარებლისთვის გამორჩეული არომატის მქონე ღვინის წარმოებისთვის.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება: კახური ტექნოლოგიით ღვინის დამზადების შედარებითი შესწავლა დაეხმარება მეღვინეებს გააუმჯობესონ ღვინის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესები, რომლითაც უზრუნველყოფენ გამორჩეული არომატისა და მაღალ ხარისხოვანი ღვინის წარმოებას. დამატებით, ქართული ყურძნის ჯიშების და ღვინის დამზადების მეთოდის არომატის წარმოქმნაზე გავლენის შესახებ კვლევების ხელმისაწვდომობა დაეხმარება კერძო და სახელმწიფო ორგანიზაციების წარმომადგენლებს მსოფლიოში მის პოპულარიზაციაში.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავალი ნაწილისაგან, ლიტერატურული მიმოხილვისაგან, ექსპერიმენტული ნაწილისგან - (მოიცავს კვლევის ობიექტს და კვლევის მეთოდოლოგიას), შედეგებისა და განსჯის ნაწილისგან, მიღებული დასკვნებისაგან და გამოყენებული ლიტერატურის სიისგან. დისერტაცია მოიცავს 10 ცხრილს, 22 გრაფიკს და 1 სურათს. ლიტერატურის სია წარმოდგენილია 181 ნაშრომით. დისერტაცია წარმოდგენილია 128 გვერდზე.

1. ექსპერიმენტული ნაწილი

1.1 კვლევის ობიექტი. ექსპერიმენტული კვლევის ფარგლებში გამოკვლეულია თეთრი ღვინის 16 ნიმუში, რომელიც დამზადებულია თეთრი ყურძნის ოთხი ჯიშისგან: რქაწითელი, მწვანე კახური, ქისი და ხიხვი. აღნიშნული ყურძნის ჯიშებისგან დამზადდა ორი სახეობის ღვინო - ევროპული (CT) და კახური ტექნოლოგიით (KT). ღვინოები წარმოებულია 2020 წლის სსპ სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის, მცხეთის მუნიციპალიტეტის სოფ. ჯილაურას საცდელ-სადემონსტრაციო ბაზის ვენახებიდან მიღებული ყურძნით. ორივე ტიპის ღვინისთვის დუღილის პროცესი წარიმართა დახლოებით $+20^{\circ}\text{C}$ -ზე. ტრადიციული მეთოდით დუღილის დასრულებიდან ექვსი თვის განმავლობაში მოხდა დაყოვნება და გადაღება 4-ჯერ, მისი დაწმენდის მიზნით. ბოთლებში ჩამოსხმამდე კი განხორციელდა ფილტრაცია 0.2 მკმ ფილტრით. ნიმუშები ინახებოდა $+4^{\circ}\text{C}$ -ზე ანალიზის ჩატარებამდე.

1.2 კვლევის მეთოდები

ევროპული და კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ ღვინის ნიმუშში განისაზღვრა ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი სპირტომეტრის საშუალებით-გოსტ 13191-73. შაქრების შემცველობა შესწავლილი იყო გოსტ 13192-73-ის მიხედვით, აქროლადი მჟავების რაოდენობა განისაზღვრა მათიეს მეთოდით-გოსტ 13193-73. ღვინის ტიტრული მჟავიანობა შევისწავლეთ გოსტ 32114-2013-ში აღწერილი მეთოდით. გოგირდოვანი მჟავის (საერთო და თავისუფალი) რაოდენობა გამოკვლეული იყოს გოსტ 14351-73-ის მიხედვით. ღვინის აქტიური მჟავიანობა (pH)-ის განისაზღვრა OIV-MA-AS313-15-ის მეთოდით. საერთო და დაყვანილი ექსტრაქტი გამოკვლეული იყოს OIV-MA-AS2-03B-ის მეთოდით. ტანინების განსაზღვრა განხორციელდა რედოქსის ტიტრირების მეთოდით. ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა მოხდა ბენზის და სტრეინის მიხედვით. საერთო ფენოლური ნაერთების შემცველობა შევისწავლეთ ფოლინ-ჩიკოლტეოს რეაგენტის გამოყენებით, სპექტროფოტომეტრული მეთოდის საშუალებით, გალის

მჟავაზე გაანგარიშებით. მონომერული ანთოციანები რაოდენობრივი შეფასება მოხდა სპექტროფოტომეტრზე pH დიფერენციალური მეთოდით. საღებარი ნივთიერებების განსაზღვრა მოხდა სპექტროფოტომეტრული მეთოდით. ამინური აზოტის რაოდენობრივი შესწავლა განხორციელდა ფორმოლური ტიტრაციის მეთოდით. ნაცრის მასური კონცენტრაციის განსაზღვრა OIV-MA-AS2-04-ის მეთოდით, ორგანული მჟავების რაოდენობრივი შესწავლა მოხდა HPLC მეთოდით. შესწავლილი ღვინის ნიმუშების უმაღლესი სპირტების განსაზღვრა მოხდა გაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდით, ხოლო ღვინის სენსორული შეფასება ჩატარდა ყველა შერჩეული ჯიშისა და დამზადების მეთოდის მიხედვით სადეგუსტაციო პანელის მიერ, რომელიც შედგებოდა ხუთი დეგუსტატორისაგან.

2. შედეგები და განსჯა

ღვინის ნიმუშების ფიზიკურ-ქიმიური შემადგენლობა: კვლევის ფარგლებში შერჩეული ყურძნის ჯიშებისგან კახური და ევროპული ტექნოლოგიით დამზადებულ ღვინოებში შევისწავლეთ ბიოქიმიური მაჩვენებლები, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ღვინის ორგანოლეპტიკურ აღქმაზე. საკვლევ კლასიკური და ტრადიციული სტილის ღვინოებში ეთანოლის კონცენტრაცია იცვლება 12,60-დან 15,20%-მდე. კლასიკური ტექნოლოგიით დამზადებულ ღვინოებში საშუალოდ უფრო მაღალია ალკოჰოლის შემცველობა, ვიდრე კახური სტილის ღვინოებში (რქაწითელი CT-13.3%; KT-12.93%, მწვანე კახური CT-13.4%; KT-13.16%, ხიხვი CT-14.1%; KT-13,66%; ქისი CT-15.2%; KT -13,13%), რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ტრადიციული მეთოდით ღვინის დუღილისას რამდენჯერმე დარევით. ეთანოლის შემცველობის ზემოთ განხილული შედეგები მოსალოდნელი იყო თავად ყურძნის შაქრიანობიდან გამოდინარე. შაქრების შემცველობა დუღილის დასაწყისში ყველაზე მაღალი იყო ხიხვი (28.6 გ/100მლ), ხოლო ყველაზე დაბალი რქაწითელში (21.2 გ/100მლ). ამასთან რქაწითელში დუღილის პროცესისას სრულად მოხდა შაქრების დაშლა, ხოლო ხიხვი დუღილი შეჩერდა დაახლოებით 3 მგ/100 მლ შაქრების შემცველობისას.

ნარჩენი შაქრის კონცენტრაციის შედეგებმა საშუალო-2.086გ/ლ, მაქსიმალური - 3.99 გ/ლ., მინიმალური - 0 გ/ლ (CT - 0.0-0.83 გ/ლ და KT-1.63-3.99 გ/ლ) მიუთითა, რომ დუღილი დასრულებულია. კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში ნარჩენი შაქრების რაოდენობა მერყეობს 1.58-3.99 გ/ლ (საშუალოდ 2.628 გ/ლ). საშუალოდ ყველაზე მაღალი შაქრების შემცველობა არის ხიხვის (KT)- 3.61 გ/ლ შემთხვევაში, რომელსაც დუღილის დასაწყისშივე ჰქონდა შაქრების მაღალი კონცენტრაცია. მწვანე კახურისაგან დამზადებული ღვინისთვის (KT) ნარჩენი შაქრების რაოდენობა იცვლება 1.58-1.92 გ/ლ (საშუალო 1.77 გ/ლ), ქისის ღვინის ნიმუშებისთვის (KT) კი - 2.54-3.99 გ/ლ (საშუალოდ 3.43 გ/ლ). ხოლო ყველაზე დაბალი საშუალო მაჩვენებელი არის რქაწითელის (KT)-1.69 (1.63-1.72 გ/ლ) შემთხვევაში, რაც ტკბილის სრული დადუღებით და მასში შაქრების ყველაზე დაბალი კონცენტრაციით არის განპირობებული. ყველა შესწავლილ ნიმუშში მითითებულია კახური სტილის ღვინოებში ნარჩენი შაქრის უფრო მაღალი კონცენტრაცია, ვიდრე კლასიკური სტილის ღვინოებში.

pH-მნიშვნელობის უფრო მაღალი მაჩვენებელი იყო გამოვლენილი კახური სტილის ღვინოებში, ვიდრე კლასიკური სტილის ღვინოებში (3.64-4.09 CT-სთვის; 4.04-4.21 KT-სთვის). რქაწითელისთვის კახური სტილისთვის საშუალო მაჩვენებელი იყო 4.12, კლასიკური სტილის ნიმუშებისთვის კი 3.64; მწვანე კახურის KT ღვინის ნიმუშებისთვის იცვლებოდა 4.04-4.05, ხოლო CT-სთვის იყო 3.91. ქისისა და ხიხვის ღვინის ტრადიციული ნიმუშების საშუალო მაჩვენებელი იყო 4.07 და 4.18, ხოლო კლასიკური მეთოდისთვის 3.86 და 4.09 შესაბამისად.

ტიტრული მჟავიანობის დაბალი მაჩვენებელი იყო აღწერილი კლასიკური მეთოდით დამზადებული ღვინოებისთვის, კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებთან შედარებით (4,28-5,18 გ/ლ CT; 5,03-6,08 გ/ლ KT). უარყოფითი კორელაცია შეიმჩნევა ტიტრული მჟავიანობისას მხოლოდ ხიხვის ნიმუშებში დამზადებული კლასიკური და კახური მეთოდით. კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებისთვის აქროლადი მჟავიანობის საშუალო მაჩვენებელი იყო

0.28 გ/ლ, ყველაზე მაღალი მნიშვნელობა დაფიქსირდა ხიხვის ღვინის ნიმუშში (0,39 გ/ლ), ხოლო ყველაზე დაბალი შემცველობით დახასიათდა რქაწითელის კლასიკური სტილის ღვინო (0,13მგ/ლ). საშუალოდ უფრო მაღალი მაჩვენებელი კახური სტილის ღვინოების უმეტესობაშია, ვიდრე კლასიკური სტილის ღვინოებში (0,13-0,39 გ/ლ CT და 0,26-0,46 გ/ლ KT).

გამოკვლევულ ღვინის ნიმუშებში თავისუფალი გოგირდის დიოქსიდის საშუალო შემცველობა იყო 9.76 მგ/ლ (მაქსიმალური 32.0 მგ/ლ - ხიხვი CT, მინიმალური - 2.56 გ/ლ მწვანე კახური KT 1, 2). თავისუფალი SO₂-ის შემცველობა კლასიკური მეთოდით დამზადებული ღვინოებისთვის იცვლებოდა 10.24 მგ/ლ (R CT)-დან 32მგ/ლ-მდე (KH (CT)) (საშუალოდ 24.32 გ/ლ), ხოლო ტრადიციული კახური მეთოდით დამზადებული ღვინოებისთვის 2.56მგ/ლ-დან (MK (KT) 1;2) 8.96 მგ/ლ-მდე (K (KT) 2,3) (საშუალოდ-4.91 გ/ლ).

ჩვენს მიერ გაანალიზებულ ნიმუშებში შეკავშირებული SO₂ 29.44 მგ/ლ-194.40 მგ/ლ-ია (საშუალოდ 71.26 მგ/ლ). კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში შეკავშირებული SO₂-ის საშუალო რაოდენობა ყველაზე მაღალია ხიხვის შემთხვევაში (51.2-58.88 მგ/ლ). თუმცა, მნიშვნელოვნად, თითქმის 3-ჯერ, უფრო მცირე რაოდენობით იყო წარმოდგენილი კლასიკური მეთოდით დამზადებული ხიხვის ღვინის ნიმუშთან შედარებით (167.52 მგ/ლ). კლასიკური მეთოდით დამზადებული ღვინოებიდან ბმული SO₂-ის ყველაზე მცირე შემცველობა იყო რქაწითელის შემთხვევაში (94.72 მგ/ლ), ხოლო კახური სტილის ღვინოებიდან ყველაზე დაბალი - მწვანე კახურის ნიმუშებში (საშუალოდ 29.86 მგ/ლ). შეკავშირებული SO₂-ის რაოდენობა თითქმის თანაბარია ქისისა KT (34.56-56.32 მგ/ლ) და რქაწითელის KT (30.72-56.32 მგ/ლ) ღვინის ნიმუშების შემთხვევაში, მაშინ როდესაც თავისუფალი SO₂-ის რაოდენობა ერთმანეთისგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება (K1,2,3 (KT)-3.84-8.96 მგ/ლ, R1,2,3 (KT)-3.84-5.12 მგ/ლ).

შესწავლილ ღვინოებში ამინური აზოტის შემცველობა საშუალოდ 2.05% იყო (მინიმალური-1.26%; მაქსიმალური-3.5%). კახური მეთოდით დამზადებულ

ღვინოებში ამინური აზოტის შემცველობა მერყეობს 1.4%-დან 3.4%-მდე (საშუალოდ 2.28%), ევროპული წესით დამზადებულ ღვინოებში კი 1.26%-დან 1.54%-მდე (საშუალოდ 1.4%).

ამინური აზოტის მსგავსი დადებითი კორელაცია შეინიშნება კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში. კახურ ღვინოებში საერთო ექსტრაქტი იცვლება ჯიშობრივი თავისებურებების მიხედვით 42.2-დან-45.5 გ/ლ (საშუალოდ 44.2 გ/ლ), კლასიკურ ღვინოებში კი 32.2-42.2 გ/ლ (საშუალოდ 37 გ/ლ).

კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში, რქაწითელის შემთხვევაში საერთო ექსტრაქტი მერყეობს 42.2-44 გ/ლ (საშუალოდ 43.2 გ/ლ), რომელსაც მოყვება მწვანე კახური 43.4-44.3 გ/ლ (საშუალოდ 43.9 გ/ლ), ქისი 44-44.9 გ/ლ (საშუალოდ 44.3 გ/ლ) და ყველაზე მაღალი მაჩვენებლით ხასიათდება ხიხვი 45.2-45.5 გ/ლ (საშუალოდ - 45.4 გ/ლ).

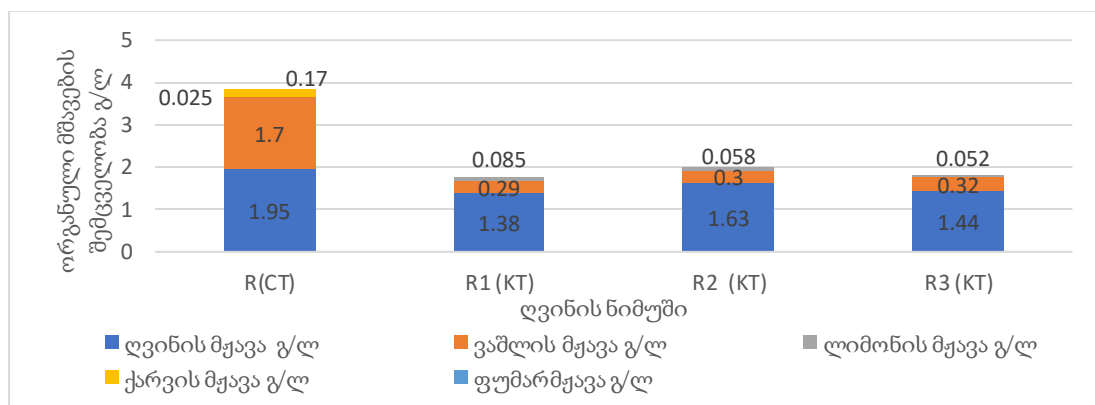
რქაწითელის და მწვანე კახურის კლასიკური მეთოდით დამზადებული ღვინოების საერთო ექსტრაქტის საშუალო მაჩვენებელი მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ამავე ყურძნის ჯიშებისგან დამზადებულ კახური სტილის ღვინოებს (R(CT)- 33.9 გ/ლ და R(KT)- 43.2 გ/ლ; MK(CT)- 32.2 გ/ლ და MK (KT)- 43.9 გ/ლ). თუმცა, ქისისა და ხიხვის შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი მნიშვნელოვნად მცირდება (K (CT) - 33.9 გ/ლ და K(KT) - 44.3 გ/ლ; KH(CT)- 42.2 და KH (KT)- 45.4 გ/ლ).

საერთო მინერალური ნივთიერებების შემცველობა მაღალია კახური სტილის ღვინოებში (საშუალოდ 2.778 მგ/ლ), კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებთან შედარებით (საშუალოდ 1.736 მგ/ლ).

შესწავლილი ღვინოებიდან გამოირჩევა ქისი KT (3.945-4.039 მგ/ლ), რომლის მაჩვენებელი თითქმის ორჯერ აღემატება კლასიკური მეთოდით დამზადებული ქისის საერთო მინერალიზაციას (1.915 მგ/ლ). მწვანე კახური CT ხასიათდებოდა ყველაზე დაბალი შემცველობით (1.585 მგ/ლ).

საღებარი ნივთიერებების შემცველობის კვლევის შედეგად დაფიქსირდა, რომ კახური სტილის ღვინოებს (86.649-132.088მგ/ლ) აქვს საღებრების უფრო მეტი შემცველობა, ვიდრე კლასიკური სტილის ღვინოებს (32.758-63.402მგ/ლ).

ორგანული მჟავების შემცველობა. ორგანული მჟავებიდან მხოლოდ ღვინისა და ვაშლის მჟავა იყო გამოვლენილი ყველა შესწავლილ ნიმუშში. ლიმონის მჟავა იყო წარმოდგენილი თითქმის ყველა ღვინის ნიმუშში გარდა ხიხვისა და ქისის კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში. ქარვის მჟავას გაანალიზებული ღვინოების მხოლოდ შვიდი ნიმუში შეიცავდა და არ გამოვლინდა ურთიერთკავშირი ღვინის დამზადების მეთოდთან. ფუმარმჟავა ნაჩვენებია იყო მხოლოდ კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოში.

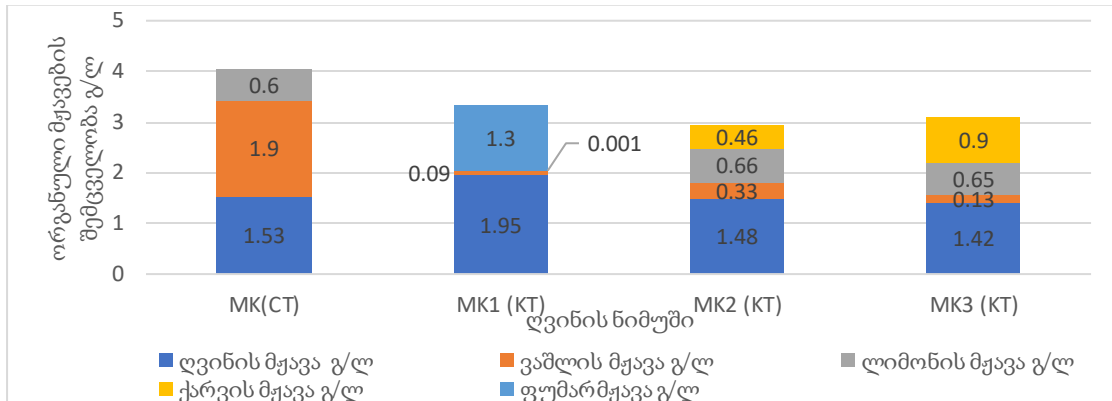


გრაფიკი #3.1 ევროპული და კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ რქაწითელის ღვინოებში ორგანული მჟავების შემცველობა

გაანალიზებულ ღვინოებში საშუალოდ წარმოდგენილი იყო - ღვინის მჟავა 1.514 გ/ლ (მინ:1.18 ±0.03 გ/ლ; მაქ:1.95 ±0.02გ/ლ), ვაშლის მჟავა-1.058 გ/ლ (მინ: 0.09± 0.04მგ/ლ; მაქ: 2.3±0.001 მგ/ლ), ლიმონის მჟავა 0.218გ/ლ (მინ:0.001 ± 0.01გ/ლ; მაქ: 0.72 ± 0.2გ/ლ), ქარვის მჟავა 0.77 გ/ლ (მინ: 0.08 ± 0.001 გ/ლ; მაქ: 1.5 ± 0.25 გ/ლ) და ფუმარმჟავა 0.7გ/ლ (მინ:0.1 ± 0.01გ/ლ ; მაქ: 1.3 ± 0.23გ/ლ).

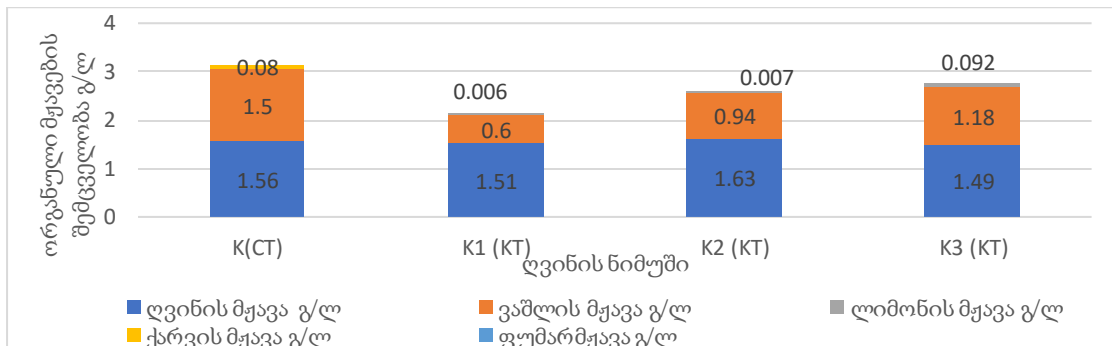
კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში ღვინის მჟავას კონცენტრაცია მერყეობდა 1,18±0.03 გ/ლ-დან 1,95 ±0.03 გ/ლ-მდე (საშუალოდ 1,49 გ/ლ), ხოლო ევროპული მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში 1.32 ±0.01გ/ლ-დან 1.95 ±0.02 გ/ლ-

მდე (საშუალოდ 1.59 გ/ლ).



გრაფიკი #3.2 ევროპული და კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ მწვანე კახურის ღვინოებში ორგანული მჟავების შემცველობა

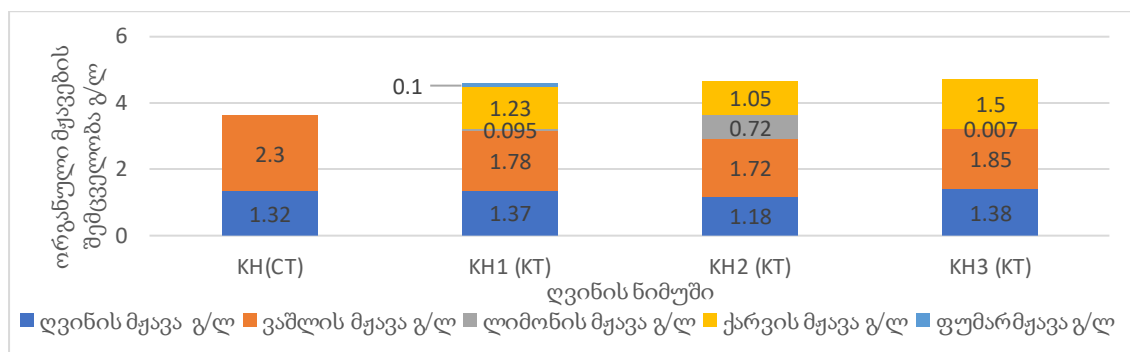
კლასიკური მეთოდით დამზადებული ღვინოებიდან ღვინის მჟავის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი იყო წარმოდგენილი რქაწითელის ნიმუშისთვის $1,95 \pm 0,03$ გ/ლ და მისი შემცველობა მცირდებოდა ქისის $1.56 \pm 0,09$ გ/ლ, მწვანე კახურის $1.53 \pm 0,07$ და ხიხვის $1.32 \pm 0,01$ ღვინის ნიმუშებში.



გრაფიკი #3.3 ევროპული და კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ ქისის ღვინოებში ორგანული მჟავების შემცველობა

ნობლეს მიხედვით ვაშლის მჟავას ჭარბი რაოდენობა ღვინოში აღიქმება როგორც მჟავე გემო, რომელიც წააგავს მოუმწიფებელ ვაშლს. ღვინის მჟავის მსგავსად ვაშლის მჟავაც გამოვლინდა ყველა შესწავლილ ნიმუშში და აჩვენა კონცენტრაციის სხვადასხვა ცვლილება საშუალო მნიშვნელობის მიხედვით (გ/ლ). კახური მეთოდით დამზადებული ღვინოებისთვის ეს ვარიაციები იყო შემდეგი: ხიხვის ღვინოს ნიმუშებში ნაჩვენები იყო $1,72 \pm 0,05 - 1,85 \pm 0,13$ გ/ლ (საშუალოდ: 1,78 გ/ლ), ქისის ღვინოების ნიმუშები შეიცავდა $0,6 \pm 0,04 - 1,18 \pm 0,08$ გ/ლ (საშუალოდ: 0,91

გ/ლ). რქაწითელის ღვინოებში ეს მჟავა მერყეობდა $0,29 \pm 0,05 - 0,32 \pm 0,12$ გ/ლ (საშუალოდ: 0,30 გ/ლ), მწვანე კახურის ღვინოებში დაფიქსირდა $0,09 \pm 0,0 - 0,33 \pm 0,09$ გ/ლ (საშუალოდ: 0.18 გ/ლ). მსგავსი შედეგები გამოქვეყნებულია იყო უაიტინგის მიერ და მისი კვლევის თანახმად, ვაშლის მჟავას შემცველობა შეიძლება განსხვავდებოდეს დუდილის დროს მიმდინარე მიკრობული მეტაბოლური პროცესების გამო [147]. ევროპული ტექნოლოგიით დამზადებულ ღვინოებში ვაშლის მჟავას შემცველობა იცვლებოდა $1.5 \pm 0.001 - 2.3 \pm 0.001$ გ/ლ (საშუალოდ 1.85 გ/ლ).



გრაფიკი # 3.4 ევროპული და კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ ხიხვის ღვინოებში ორგანული მჟავების შემცველობა

ლიმონის მჟავას შემცველობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ღვინის სენსორულ პროფილზე და მის სტაბილურობაზე. მისი შემცველობა შესწავლილ ღვინოებში იცვლებოდა 0.001 ± 0.01 გ/ლ-დან 0.72 ± 0.2 გ/ლ-მდე. კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში საშუალოდ მისი შემცველობა იყო 0.203 გ/ლ და გამოვლენილი იყო ყველა ნიმუშში. ყველაზე მაღალი კონცენტრაცია დაფიქსირდა KH2(KT)-ში ($0,72 \pm 0,2$ გ/ლ), ხოლო ყველაზე დაბალი დაფიქსირდა MK1(KT)-ში ($0,001 \pm 0,01$ გ/ლ). ქისი (KT)-ში მისი შემცველობა იცვლებოდა 0.006 ± 0.00 გ/ლ-დან 0.092 ± 0.01 გ/ლ-მდე (საშუალოდ 0.035 გ/ლ). რქაწითელი (KT)-ის ღვინის ნიმუშებში საშუალოდ ლიმონმჟავის შემცველობა იყო 0.065 ($0.052 \pm 0.01 - 0.085 \pm 0.01$ გ/ლ).

კლასიკური მეთოდით დამზადებული ღვინოები ლიმონის მჟავას საშუალოდ შეიცავდნენ 0.313 გ/ლ. აღსანიშნავია რომ ეს მაჩვენებელი დადგენილი იყო მხოლოდ რქაწითელის (0.025 ± 0.001) გ/ლ მწვანე კახურის (0.6 ± 0.002 გ/ლ) ღვინის ნიმუშებში.

კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში ქარვის მჟავა გამოვლინდა მხოლოდ რქაწითელის (0.08 ± 0.001 გ/ლ) და ქისი (0.17 ± 0.001 გ/ლ) ღვინის ნიმუშებში. ხოლო კახური სტილის ღვინოებში ქარვის მჟავა წარმოდგენილი იყო მხოლოდ მწვანე კახურის მეორე და მესამე ($0,46 \pm 0,04$; $0,9 \pm 0,09$ გ/ლ შესაბამისად) და ხიხვის ღვინის ყველა ნიმუშში ($1,05 \pm 0,18$ - $1,5 \pm 0,25$ გ/ლ) საშუალოდ 1.328 გ/ლ. ჩვენს მიერ შესწავლილ ღვინოებში ფუმარმჟავა გამოვლინდა მხოლოდ KH1-ში ($0,1 \pm 0,01$ გ/ლ) და MK1 ($1,3 \pm 0,23$ გ/ლ).

ღვინის ბიოაქტიური კომპონენტები: კახური მეთოდით მაცერაციისას, ფერმენტაციისა და ღვინოს მომწიფების დროს, ღვინის კონტაქტის გამო ყურძნის მყარ ნაწილაკებთან ბიოაქტიური კომპონენტები - საერთო ფენოლური ნაერთები (TPC), მონომერული ანთოციანები და ტანინები შედარებით მაღალი მაჩვენებლით არის წარმოდგენილი. გამოკვლეული ღვინოები საშუალოდ 306.405 მგ/ლ GAE საერთო ფენოლურ ნაერთებს შეიცავდა (მინ: 20.764 ± 0.691 მგ/ლ GAE; მაქსიმალური 743.74 ± 35.111 მგ/ლ GAE). კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში TPC იყო 31.801 მგ/ლ GAE, რომელსაც დაახლოებით ათჯერ აღემატებოდა კახური მეთოდით დაზადებული ღვინოების საერთო ფენოლური ნაერთების შემცველობას (საშუალოდ 397.940 მგ/ლ GAE). ევროპული მეთოდით დაზადებულ ღვინოებში ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ხიხვის ღვინის ნიმუშისთვის (53.772 ± 5.86 მგ/ლ GAE), ხოლო კახური მეთოდით დამზადებულ იგივე ყურძნის ღვინის ნიმუშებში მისი შემცველობა იყო საშუალოდ 490.081 მგ/ლ (478.699 ± 8.31 - 504.715 ± 1.849 მგ/ლ GAE). კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში გამოირჩეოდა ქისი 636.423 ± 31.621 მგ/ლ GAE-დან 743.740 ± 35.111 მგ/ლ GAE-მდე. K(CT)-თვის ეს მაჩვენებელი შესაბამისად წარმოდგენილი იყო 30.276 ± 1.921 მგ/ლ GAE. რქაწითელის (KT) შემთხვევაში იცვლებოდა 225.041 ± 7.424 მგ/ლ-დან 241.301 ± 3.415 მგ/ლ-მდე; და R (CT)-ში კი წარმოდგენილი იყო 22.390 ± 1.849 მგ/ლ. მსგავსი შემდეგი აჩვენა სორდიამ და შალაშვილმა და სხვ. კახური მეთოდით მიღებული თეთრი ღვინის შესწავლამ.

ტანინების საშუალო შემცველობა თითქმის ორჯერ აღემატებოდა კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში (0.098%), კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებთან შედარებით (0.046 %). ქისი ღვინის ნიმუშები გამოირჩეოდნენ როგორც კლასიკური (0.040±0.001%) ასევე კახური ტექნოლოგიით (0.123±0.002-0.155±0.002) დამზადების დროს. ხოლო განსხვავებული სურათი გვაქვს მინიმალური შემცველობის მიხედვით: კლასიკური ტექნოლოგიის ნიმუშებიდან R(CT) შეიცავდა ტანინებს ყველაზე მცირე რაოდენობით (0.037±0.001), ხოლო კახური სტილის ღვინის ნიმუშებიდან MK1 (KT) (0.067±0.001 %). ხიხვის (KT) ღვინის ნიმუშებისთვის ტანინების შემცველობა იცვლებოდა 0.093±0.00-0.108±0.001%, ამავე ყურძნის ჯიშის დამზადებული კლასიკური სტილის ღვინისთვის - 0.040±0.001%. რქაწითელი (KT) ტანინებს შეიცავდა 0.077±0.002%-დან 0.083±0.002%-მდე, ხოლო მწვანე კახურის (CT)-ში წარმოდგენილი იყო 0.055±0.001% რაოდენობით.

შესასწავლი ღვინის ნიმუშებში მონომერული ანთოციანების შემცველობა იცვლებოდა 1.202±0.002 მგ/ლ-დან 14.472±0.142მგ/ლ-მდე. რქაწითელის კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში მონომერული ანთოციანების შემცველობა იყო 1.559±0.021 მგ/ლ, ხოლო KT ნიმუშებში იცვლებოდა 2.360±0.020-დან 2.449±0.013 მგ/ლ-მდე. მწვანე კახურის შემთხვევაში MK(CT)-ში მონომერული ანთოციანები წარმოდგენილი იყო 1.603±0.012 მგ/ლ, ხოლო კახური სტილის ღვინოების ნიმუშში იზრდებოდა 2.093±0.009-დან 2.137±0.002 მგ/ლ-მდე. ქისში მისი შემცველობა 2.004±0.007 მგ/ლ იყო კლასიკური ტიპის ღვინოში, ხოლო KT ნიმუშებში განისაზღვრა 12.780±0.294-13.671±0.253 მგ/ლ შუალედში. ხიხვის (CT)-ში წარმოდგენილი იყო 1.202±0.002 მგ/ლ, ხოლო KT ნიმუშებში იცვლებოდა 14.161±0.0869-დან 14.472±0.142 მგ/ლ-მდე.

ჩვენს მიერ შესწავლილი ყურძნის ჯიშებიდან, ანტიოქსიდანტური აქტივობით გამოირჩევა ხიხვის კახური მეთოდით დამზადებული ღვინის ნიმუშები (1651.217±19.489 და 2629.787±129.095 მგ/ლ AAE), მას საშუალო შემცველობით

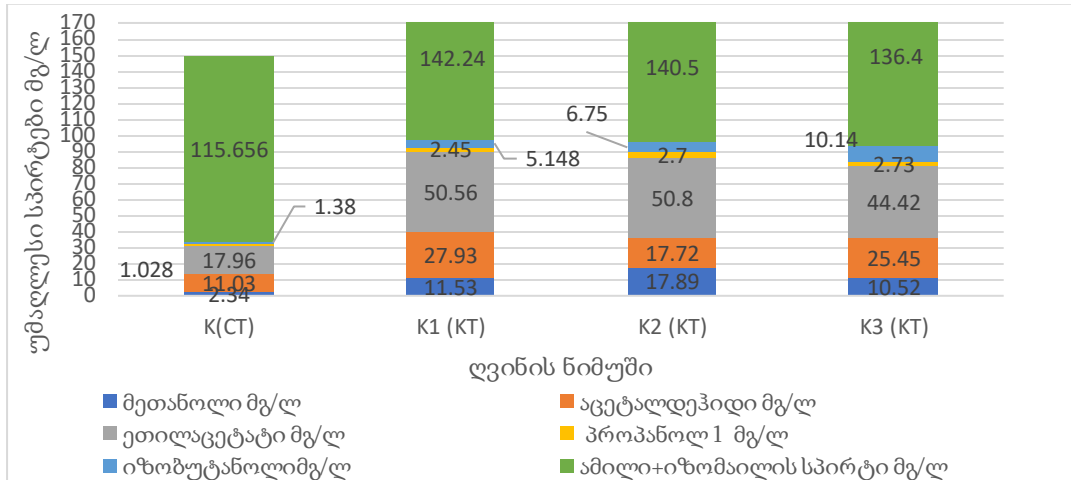
მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ხიხვის (KT) ნიმუშები (1093.221 მგ/ლ AAE). გაანალიზებულ რქაწითელის და მწვანე კახურის (KT) ნიმუშებში კი მათი შემცველობა შესაბამისად არის 661.247±63.455-777.155±83.681 მგ/ლ AAE და 317.323±27.925 418.030±13.764 მგ/ლ AAE.

კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინის ნიმუშებში ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილება მცირედით იყო განსხვავებული(რქაწითელი, მწვანე კახური,ხიხვი,ქისი). ქისი (367.935±21.028 მგ/ლ AAE.) და ხიხვი (273.937±17.215 მგ/ლ AAE) ამ მეთოდის შემთხვევაშიც გამოირჩეოდა AOA-ს მიხედვით. ხოლო კახური მეთოდისგან დამზადებული ღვინის ნიმუშებისგან განსხვავებით მწვანე კახურს (CT)-ს ქონდა უფრო მაღალი AOA-ს მაჩვენებელი ვიდრე რქაწითელისას (შესაბამისად 158.454±23.204 მგ/ლ AAE, 130.702±24.822მგ/ლ AAE).

მონაცემთა ანალიზის პირველ ეტაპზე მოხდა ცალკეული ბიოაქტიური კომპონენტის და ანტიოქსიდანტური აქტივობის შესწავლა, გამოვლინდა რომ მცირედით უფრო ძლიერი ურთიერთდამოკიდებულება არის ტანინების შემცველობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის ($R^2=0.846$), საერთო ფენოლური ნაერთების შემცველობასთან შედარებით ($R^2=0.845$). მჭიდრო დადებითი კორელაცია არის ნაჩვენები საერთო ფენოლური ნაერთებისა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის ხაჭაპურიძის და სხვების მიერ შესწავლილ ქართულ კომერციულ თეთრ ღვინოებში ($R^2 = 0.956$).

უმაღლესი სპირტების შემცველობა ღვინის საკვლეფ ნიმუშებში. შესწავლილ ღვინის ნიმუშებში მოხდა ექვსი უმაღლესი სპირტის განსაზღვრა. გამოკვლეულ ნიმუშებში მეთანოლის შემცველობა იცვლებოდა 2.340-26.00 მგ/ლ (საშუალოდ 9.931 მგ/ლ), აცეტალდეჰიდი 11.030 -1434.00 მგ/ლ (საშუალოდ 108.655 მგ/ლ), ეთილაცეტატი 11.020-50.800 მგ/ლ (საშუალოდ-31.679მგ/ლ), პროპანოლ-1 10.020 -8.200 მგ/ლ (საშუალოდ-3.307 მგ/ლ), იზობუტანოლი 1.380-16.900 მგ/ლ (საშუალოდ 7.381 მგ/ლ), ამილი+იზომილის სპირტი 115.656-191.300 მგ/ლ (საშუალოდ-138.164 მგ/ლ),(გრაფიკი# 3.5--3.8). აღსანიშნავია რომ მწვანე კახურის (KT) მესამე ნიმუშში არ

გამოვლინდა პროპანოლ-1, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ნიმუშის მომზადების მეთოდიდან გამოდინარე.

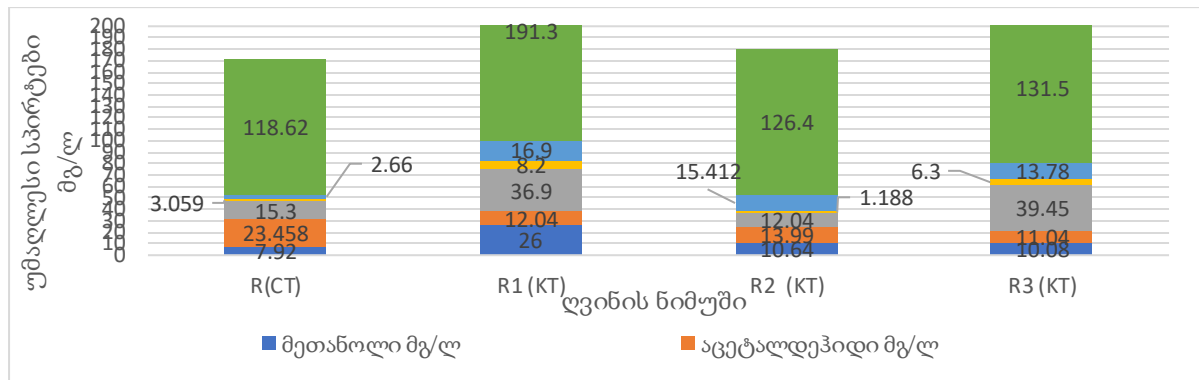


გრაფიკი # 3.5 ევროპული და კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ ქისის ღვინოებში უმაღლესი სპირტების შემცველობა

კახური მეთოდით დამზადებულ რქაწითელში მეთანოლის შემცველობა 10.08-დან 26-მდე მგ/ლ იცვლება. მისი შემცველობა მცირდება ქისის ნიმუშებში 10.52-17.89მგ/ლ, შემდეგ ხიხვის ნიმუშებში 6.85-15.51 მგ/ლ დიაპაზონით იყო წარმოდგენილი, ხოლო ყველაზე მცირე შემცველობით მწვანე კახურის ღვინის ნიმუშებში გამოვლინდა 3.45-დან 9.97-მდე მგ/ლ. მეთანოლის საშუალო შემცველობა კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში იყო 4.788 მგ/ლ. ყველაზე მცირე რაოდენობით წარმოდგენილია ქისის ნიმუშში 2.34 მგ/ლ, მწვანე კახურისთვის ნიმუშში გამოვლინდა 3.45 მგ/ლ რაოდენობით, ხიხვის ღვინისთვის ეს მაჩვენებელი იყო 5.44 მგ/ლ, ხოლო რქაწითელი შეიცავდა 7.92 მგ/ლ.

კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში აცეტალდეჰიდის ყველაზე მცირე რაოდენობით წარმოდგენილი იყო რქაწითელის ღვინის ნიმუშებში 11.04-13.99 მგ/ლ, შემდეგ იზრდება ხიხვის ღვინის ნიმუშებში 19.74-24.2 მგ/ლ, რომელსაც მოყვება ქისის ნიმუშები 17.72- 27.93 მგ/ლ და ყველაზე მაღალი რაოდენობით გამოირჩეოდა მწვანე კახურის ნიმუშები 14.34-35.016 მგ/ლ. მნიშვნელოვანია რომ აღინიშნოს კლასიკური სტილის რქაწითელის ღვინის ნიმუშში აცეტალდეჰიდის შემცველობა იყო 23.458 მგ/ლ, რომელიც მნიშვნელოვნად აღემატება კახური

მეთოდით დამზადებულ ღვინის ნიმუშებს. განსხვავებული მდგომარეობაა მწვანე კახურის (CT)-12.26 მგ/ლ, ქისის (CT)- 11.03 მგ/ლ და ხიხვის (CT)- 13.85 მგ/ლ ნიმუშებისთვის.

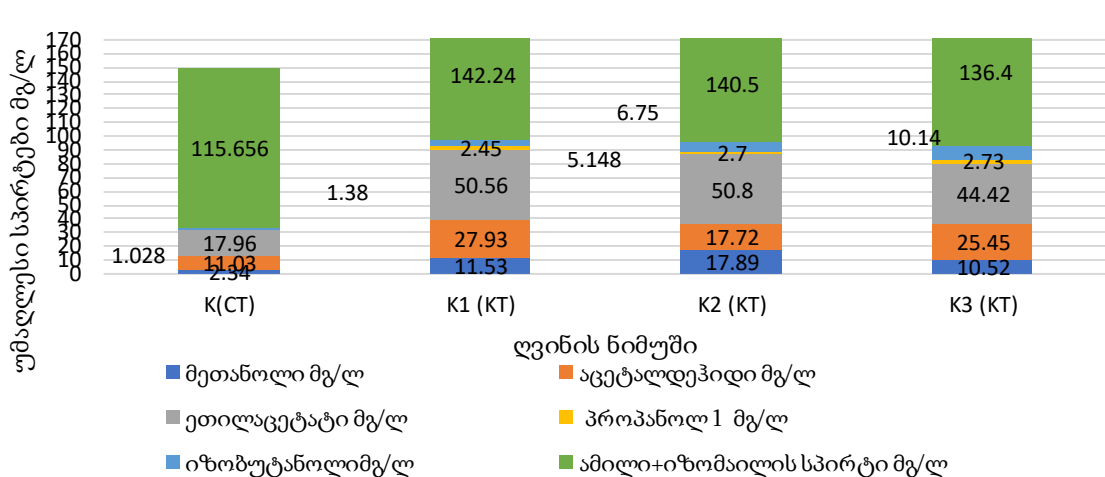


გრაფიკი # 3.6 ევროპული და კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ მწვანე კახურის ღვინოებში უმალესი სპირტების შემცველობა

ეთილაცეტატი ყველაზე მაღალი რაოდენობით კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში წარმოდგენილი იყო ქისის ღვინის პირველ და მეორე ნიმუშში. ეთილაცეტატის რაოდენობა მნიშვნელოვნად არ იცვლება ხიხვის ღვინის ნიმუშებში (45.069-47.261მგ/ლ). რქაწითელის პირველ და მეორე ნიმუშშიც მცირე სხვაობით არის წარმოდგენილი (36.9-39.45 მგ/ლ), ხოლო მესამე ნიმუშში თითქმის 3-ჯერ არის შემცირებული (12.04 მგ/ლ). მწვანე კახურის ნიმუშებში კი ქისის ნიმუშებთან შედარებით თითქმის 4-ჯერ შემცირდა ეთილაცეტატის რაოდენობა (13.23- 23.305 მგ/ლ). კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში ეთილაცეტატი შემდეგი რაოდენობით იყო წარმოდგენილი: რქაწითელი 15.3მგ/ლ, მწვანე კახური - 11.02მგ/ლ, ქისი -17.96მგ/ლ, ხიხვი -34.935მგ/ლ.

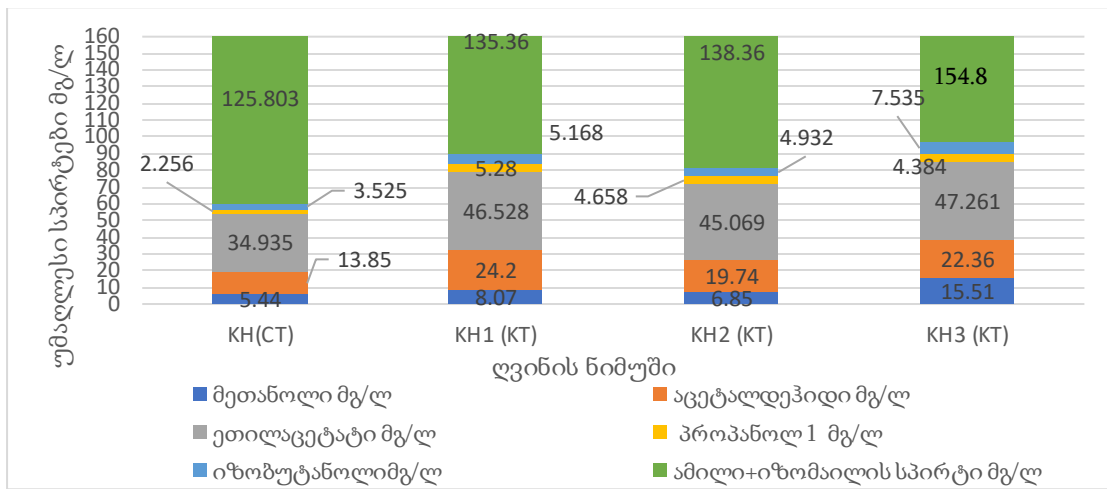
კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში პროპანოლ-1 ყველაზე მცირე რაოდენობით იყო წარმოდგენილი და რქაწითელის ღვინის ნიმუშებში შემცველობა იცვლებოდა 1.188-8.2 მგ/ლ დიაპაზონით. ხიხვის ღვინის ნიმუშებში მისი რაოდენობა მერყეობდა 4.384-დან 5.28-მდე მგ/ლ. პროპანოლ-1 არ გამოვლენილა მწვანე კახურის მესამე ნიმუშში და ყველაზე მცირე შემცველობით დახასიათდა ქისის ღვინის ნიმუშები - 2.45-2.73 მგ/ლ. კლასიკური მეთოდით დამზადებულ

ღვინოებში, კახური სტილის ღვინოების მსგავსად პროპანოლ-1-ის ყველაზე მცირე შემცველობა იყო მწვანე კახურის ღვინის ნიმუშში (0.02 მგ/ლ). ქისისა და ხიხვის ნიმუშებისთვის იყო 1.028 მგ/ლ და 2.256 მგ/ლ შესაბამისად, ხოლო ყველაზე მაღალი შემცველობით კახური სტილის რქაწითელის მსგავსად დახასიათდა კლასიკური სტილის რქაწითელი ჯიშობრივ მახასიათებლებს შორის 3.059 მგ/ლ რაოდენობით.



გრაფიკი # 3.7 ევროპული და კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ ქისის ღვინოებში უმაღლესი სპირტების შემცველობა

კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ ღვინოებში იზობუტანოლის შემცველობით გამოირჩეოდა რქაწითელი 13.78-16.9 მგ/ლ, ქისის ნიმუშებში გამოვლინდა 5.148-10.14 მგ/ლ დიაპაზონით, მწვანე კახურის ღვინის ნიმუშები შეიცავდა 5.94-9.75 მგ/ლ. ხოლო ყველაზე მცირე რაოდენობით წარმოდგენილი იყო ხიხვის ნიმუშებში 4.932-7.535 მგ/ლ. ამ პარამეტრის მიხედვით გამოირჩევა ევროპული ტექნოლოგიით დამზადებული ხიხვისა და რქაწითელის ნიმუშები (3.525 მგ/ლ და 2.66 მგ/ლ შესაბამისად). მწვანე კახურის კლასიკური სტილის ღვინოში იზობუტანოლის რაოდენობა იყო 1.9 მგ/ლ და ყველაზე მცირე შემცველობა გამოვლინდა ქისის ნიმუშში 1.38 მგ/ლ. ყველა მიღებულ შედეგში კახური მეთოდით დამზადებული ღვინის ნიმუშები უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავდა იზობუტანოლს, ვიდრე კლასიკური მეთოდით დამზადებული ღვინოები.



გრაფიკი # 3.8 ევროპული და კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ ხიხვის ღვინოებში უმაღლესი სპირტების შემცველობა

ამილი+იზომამილის სპირტის შემცველობა კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში იცვლებოდა რქაწითელი 126.4-191.3 მგ/ლ, მწვანე კახური-129.304-141.6 მგ/ლ, ქისი-136.4-142.24მგ/ლ და ხიხვი-135.36-154.8მგ/ლ. ხოლო კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში რქაწითელი 118.62 მგ/ლ, მწვანე კახური - 112.88მგ/ლ, ქისი - 115.656 მგ/ლ და ხიხვი - 125.803გ/ლ.

საკვლევი ღვინის სენსორული შეფასება და ურთიერთკავშირი მეღვინეობის მეთოდთან. ყველა ნიმუშის შემთხვევაში ფერის ინტენსივობა უფრო მაღალი იყო კახური სტილის ღვინოებში, კლასიკური სტილის ღვინოებთან შედარებით. ამ პარამეტრის მიხედვით კახური მეთოდით დამზადებულმა ქისისა და ხიხვის ნიმუშებმა მიიღეს ყველაზე მაღალი შეფასება (K1 (KT)-9, K2 (KT)-8, K3 (KT)-8, KH(CT)-8, KH1 (KT)-8, KH2 (KT)-8, KH3 (KT)-8), რაც ამ ნიმუშებში საღებარი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით არის გამოწვეული. ყველა შესწავლილი ღვინის ნიმუშისთვის საღებარი ნივთიერებების შემცველობასა და ფერის ინტენსივობას შორის კორელაცია იყო საშუალოზე მაღალი ($R^2=0.777$), ხოლო კახური მეთოდით დამზადებული ღვინის ნიმუშებისთვის უფრო მჭიდრო კავშირი გამოიკვეთა $R^2=0.808$.

ოთხივე შესწავლილი ყურძნის ჯიშის კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში უფრო მეტად იყო აღქმული სიტკბო. ნარჩენი შაქრების შემცველობიდან

გამომდინარე ეს შედეგი მოსალოდნელი იყო. თუმცა, ნარჩენი შაქრების შემცველობასა და აღქმულ სიტკბოს შორის კახური სტილის ღვინოების კორელაცია $R^2=0.418$ უფრო მცირე იყო ვიდრე ყველა შესწავლილი ღვინის ნიმუშის $R^2=0.705$.

მსგავსი შედეგია ნაჩვენები აღქმული სიმჟავის შესწავლისას - კახური ტექნოლოგიით დამზადებულ ღვინოებში უფრო ინტენსიურია ეს პარამეტრი, ვიდრე კლასიკური სტილის ღვინის ნიმუშებში. გამოვლენილი სიმჟავის ინტენსივობის ურთიერთკავშირი შევისწავლეთ ღვინის სხვადასხვა ორგანული მჟავის, აქროლადი მჟავიანობის, ტიტრული მჟავიანობის და pH-ის მიხედვით. ყველაზე მჭიდრო ურთიერთდამოკიდებულება ნაჩვენებია აღქმული სიმჟავისა და pH-ის მაჩვენებელს შორის $R^2=0.831$.

სიმწკლარტე და ტანინების/ფენოლების სიმწარის აღქმა იცვლება ღვინის დამზადების მეთოდის მიხედვით. სტატისტიკური შესწავლის ფარგლებში სიმწკლარტის აღქმასა და ტანინების რაოდენობრივ შემცველობას შორის გამოვლინდა საკმაოდ მაღალი ურთიერთკავშირი $R^2=0.764$. ტანინების/ფენოლების სიმწარეს და საერთო ფენოლურ ნაერთებს შორის ნაჩვენები კორელაცია იყო $R^2=0.761$.

შესწავლილი ღვინის ნიმუშებიდან ალკოჰოლის აღქმა უფრო გამოკვეთილი იყო კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინის ნიმუშებში, კახური სტილის ღვინის ნიმუშებთან შედარებით. ურთიერთდამოკიდებულების სტატისტიკური დამუშავების შედეგად საშუალოზე მცირედით მაღალი მაჩვენებელი $R^2=0.520$, ეს დამოკიდებულება უფრო ძლიერი იყო კახური მეთოდით დამზადებული ღვინოებისთვის ($R^2=0.552$).

ბოტრიტის არომატი არ გამოვლენილა არცერთ შესწავლილ ღვინოში. ციტრუსის არომატი გამოვლინდა თითქმის ყველა შესწავლილ ნიმუშში და ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი გამოვლინდა კლასიკური მეთოდით დამზადებული რქაწითელის ნიმუშისთვის (ინტენსივობა-6). ვაშლის, ყვავილების და გამხმარი ბალახების ნოტები დეგუსტატორებმა გამოავლინეს ყველა შესწავლილ ნიმუშში. ვაშლის

არომატი უფრო გამოკვეთილი იყო კლასიკური სტილის მწვანე კახურის ნიმუშებისთვის (ინტენსივობა-7), დეგუსტაციას კი ხაზი გაესვა მწვანე ვაშლის ნოტების არსებობას. ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს თავად ვაშლის მჟავის ყველაზე მაღალი შემცველობით ამ ღვინის ნიმუშში. ყვავილები და გამხმარი ბალახების ნოტების ინტენსივობით კი გამოირჩეოდა ქისის (KT) 3 ნიმუში (ინტენსივობა-8 და 7 შესაბამისად). ატმის აღქმა საშუალოზე დაბალი იყო ყველა შეფასებული ღვინის ნიმუშისთვის, თუმცა ყველაზე მაღალი იყო კახური მეთოდით დამზადებული ხიხვის სამივე ნიმუშისთვის (ინტენსივობა-4). ამ მაჩვენებლის მსგავსად სანელებლების არომატი მცირე ინტენსივობით აღიქმებოდა ნიმუშების თითქმის ნახევარში, გამოირჩეოდა ქისის (KT) 3 ნიმუში (ინტენსივობა-7). გარგარის ნოტები ყველაზე ინტენსიური ჯიშური თავისებურებებიდან გამომდინარე იყო კახური მეთოდით დამზადებულ ხიხვის ღვინის მესამე ნიმუშისთვის (ინტენსივობა-9). შესწავლილი არომატებიდან დეგუსტატორების მიერ ყველაზე იშვიათად აღიქმებოდა ბალის არომატები, რომელიც ყველაზე გამოკვეთილი იყო კახური სტილის მწვანე კახურის მეორე ნიმუშისთვის (ინტენსივობა-3). კომშის არომატები აღიქმებოდა თითქმის ყველა ღვინის ნიმუშში და მისი ინტენსივობა იცვლებოდა ჯიშისა და დამზადების მეთოდის მიხედვით, უფრო გამოკვეთილი იყო რქაწითელის (KT) ღვინის ნიმუშებისთვის (ინტენსივობა-6).

დასკვნები

აღწერილი კვლევის ფარგლებში შევისწავლეთ როგორც ღვინის ცალკეული ფიზიკურ-ქიმიური, ბიოაქტიური კომპონენტები, ანტიოქსიდანტური აქტივობა და ორგანოლექტიკური მახასიათებლები, ასევე მათი ურთიერთკავშირებიც.

1. კახური მეთოდით დამზადებული ხიხვის ნიმუშებში ღვინის ძირითადი მაჩვენებლები უფრო მაღალი იყო, ვიდრე სხვა ნიმუშებში.
2. დადგინდა, რომ კახური მეთოდით დამზადებული ღვინო ხასიათდება საერთო მინერალური და ექსტრაქტული ნივთიერებების უფრო მაღალი შემცველობით, ვიდრე კლასიკური სტილის ღვინოები. ეს განპირობებულია კახური სტილით ღვინის ფერმენტაციისას ყურძნის მყარი ნაწილების არსებობით.
3. გამოიკვეთა რომ ფენოლური ნაერთების, ტანინების და მონომერული ანთოციანების შემცველობა მაღალია კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოში. რაც განპირობებს აღნიშნული სტილის ღვინის მაღალ ანტიოქსიდანტურ აქტივობას.
 - კახური ტექნოლოგიით დამზადებული ქისის ნიმუშები გამოირჩეოდნენ საერთო ფენოლური ნაერთებისა და ტანინების შემცველობის მიხედვით.
 - კახური ტექნოლოგიით დამზადებული ხიხვის ღვინის ნიმუშებში მონომერული ანთოციანების ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი იყო წარმოდგენილი.
4. ბიოაქტიური კომპონენტებთან ყველაზე მაღალი კორელაცია ნაჩვენებია იყო ანტიოქსიდანტურ აქტივობას და ტანინების შემცველობას შორის.
5. ფერის ინტენსივობა უფრო მაღალი იყო კახური სტილის ღვინოებში, კლასიკური სტილის ღვინოებთან შედარებით. ამ პარამეტრის მიხედვით კახური მეთოდით დამზადებულმა ქისისა და ხიხვის ნიმუშებმა მიიღეს ყველაზე მაღალი შეფასება

6. ჩვენი შედეგები ადასტურებს ადრინდელ კვლევებს, რომლებიც აჩვენებენ ტანინის კონცენტრაციის გაზომვის მნიშვნელობას, აღქმული სიმწკლარტის პროგნოზირებისთვის. ოთხივე შესწავლილი ყურძნის ჯიშის კახური მეთოდით დამზადებულ ღვინოებში უფრო მეტად იყო აღქმული სიტკბო, სიმჟავე, სიმწკლარტე და ტანინების/ფენოლების სიმწარე, ვიდრე კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ღვინის ნიმუშში, რაც მოსალოდნელი იყო ღვინოებში ნარჩენი შაქრების, ტანინების და საერთო ფენოლური ნაერთების შემცველობის გამო.
7. არომატების გამოვლენა მნიშვნელოვნად იყო დამოკიდებული ღვინის ჯიშობრივ თავისებურებაზე და ღვინის დამზადების მეთოდზე.
8. ღვინის დამზადების მეთოდმა არომატების გამოვლენაზე ძირითადად გავლენა მოახდინა ეთანოლის, ნარჩენი შაქრების და საერთო ფენოლური ნაერთების შემცველობის მიხედვით. ეთანოლის პარამეტრის გაზრდამ კლასიკური მეთოდით დამზადებულ ქისისა და ხიხვის ღვინოებში შეიძლება გამოიწვიოს არომატ-წარმომქმნელი ნაერთების ინდივიდუალური პოტენციური წვლილის შემცირება ორგანოლექტიკური პარამეტრების შეფასებისას.

ნაშრომის აპრობაცია: სამცხიერო კვლევის შედეგების წარდგენა ხდებოდა ყოველ სემესტრულად დოქტორანტურის კოლოქვიუმებზე.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები წარდგენილი იყო საერთაშორისო კონფერენციაზე: სსმმ აკადემიის აკადემიკოსის, პროფესორ გურამ ტყემალაძის 80 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია “ინოვაციური კვლევის ასპექტები აგრარულ მეცნიერებებში”. 20-21 ნოემბერი 2021 წელი, თბილისი, საქართველო (Makhviladze T., Kvartskhava G., Chichua D. Oenological characteristics of Georgian wines, obtained by kakhetian and classical winemaking techniques).

დისერტაციის კვლევის მნიშვნელოვანი შედეგები გამოქვეყნებულია 3 სამეცნიერო სტატიად:

1. მახვილაძე თ.გ. ღვინის არომატული ნაერთები. *საქართველოს საინჟინრო სიახლენი*, 2022, 2, 91, გვ. 103-106
2. მახვილაძე თ., ქვარცხავა გ., ხაჭაპურიძე ჟ. ქართული ყურძნის ჯიშებისგან წარმოებული კახური და ევროპული სტილის ღვინოების ბიოაქტიური კომპონენტების და ანტიოქსიდანტური აქტივობის შესწავლა. *ქართველი მეცნიერები*. 2022. ტ. 4 N 1, გვ.57-64
3. Makhviladze T., Kvartskhava G. Oenological characterisation of white wines produced from some Georgian grape varieties using Kakhetian winemaking methods. *Ukrainian Food Journal*. 2022. Volume 11. Issue 1. Pp. 115-125

Abstract

Georgia has a continuous history of viticulture and winemaking. Nowadays, Georgian grape vines include about 525 red and white aboriginal varieties, most of which are used to produce wine. The popularity of Georgian wine is increasing in the current wine market, which is enhanced along with the two above factors described and traditional winemaking technologies. Kakheti is one of the most important regions of Georgian winemaking, where wine is made by traditional Kakhetian technology. "Kakhetian" winemaking method is an oenological practice based on maturing and fermenting the grape juice with all solid parts of the grape: seeds, peduncles, pips, skins, and stalk. In contrast, classical-European technology is defined as grape juice fermentation without presenting any solid part of the grape. Fermentation technology during the production of wine by the Kakhetian method ensures tannins, pigments, phenolic compounds, and other physicochemical and bioactive compounds migration from the grape solid part into wine.

The use of modern innovative technologies in winemaking, on the one hand, contributed to the improvement of wine quality, the standardization of the sensory profile and the fermentation process. However, on the other hand, modern consumers have started to search for new winemaking methods that will help form different technological, qualitative, and sensory parameters in the wine. In addition, these new methods should be helpful for wine producers to get innovative products.

Based on the above description, the PhD research aim was to study the influence of Georgian grape varieties (skin, bean, bunch) and compounds extracted from them on the fermentation process to improve the aroma of wine under Kakhetian winemaking methods.

As part of the study, 16 samples were made from four varieties of white grapes: Rkatsiteli, Mtsvane Kakhuri, Kisi and Khikhvi. In addition, two types of wine were produced from grape varieties - European (CT) and Kakhetian methods (KT). The wines were produced with grapes from the experimental base of perennial crops (Georgian Scientific Research Centre of Agriculture, Jigaura, Mtskheta) to reduce the impact of viticulture methods and terroirs development on wine aroma.

Alcohol content, pH, residual sugars, total acidity, volatile acidity (VA), total dry matter, ash, sulfuric acid (free and combined), bioactive compound (tannins, phenolic compounds, monomeric anthocyanins) and their heir antioxidant activity, amino nitrogen and dye content, organic acid and higher alcohol qualitative and quantitative analysis conducted in European and Kakhetian style wine sample. Additionally, a sensory assessment was carried out. The last research stage assessed the correlation between the winemaking method and the identified aromatic compounds in the studied wines.

The research result indicated that the wine produced by the "Kakhetian" technology using the Khikhvi grape variety characterized the highest concentration of the basic oenological parameters. It has been revealed that the wine produced by the Kakhetian method is represented by a higher content of minerals and total dry matter than European-style wines. The amount is higher in Kakhetian-style wine due to grape juice fermentation with the

grape solid part. The obtained data demonstrated that the content of phenolic compounds, tannins, and monomeric anthocyanins was high in wine made by the Kakhetian method, which contributes to the high antioxidant activity of this style of wine. The study results showed that wine made by the "Kakhetian" method using the Kisi grape variety was distinguished by the content of phenolic compounds and tannins, and the same style Khikhvi wine samples had the highest rate of monomeric anthocyanins. Statistical analysis found that the antioxidant activity and the tannin content were better correlated than other bioactive components. In addition, the data analysis revealed that the colour intensity was higher in Kakhetian style wines compared to classic style wines. According to this parameter, the samples of Kisi and Khikhvi made by the Kakhetian method received the highest marks. The detection of aromas in the studied wine samples significantly depended on the wine's varietal characteristics and the wine production method. In particular, the expression of aromas was closely related to the content of individual higher alcohols, their synergistic effect with each other, and other components of wine.

The results of the study support earlier research and indicate the importance of measuring tannin/phenolic compound concentrations for predicting astringency. The sweetness, acidity, astringency, and tannin/phenolic compound bitterness were more perceived in wine produced by the "Kakhetian" method using all four grapes variety than in the classical wine samples. The results were expected due to the wines' residual sugars, tannins, and phenolic compound concentration.

According to the study, it can be concluded that the wine-making method mainly influences aroma perception by the content of ethanol, residual sugars and total phenolic compounds. Therefore, an increase in the ethanol parameter in Kisi and Khikhvi classical style wines may have reduced the individual potential contribution of aroma-forming compounds during the sensory evaluation of wine.