

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის  
სახელმწიფო უნივერსიტეტი



მარიამ ურუმბეგაშვილი

საქართველოს სხვადასხვა სახეობის ღვინის ქიმიური შედგენილობის კვლევა

ქიმიური ექსპერტიზა

ნაშრომი შესრულებულია ქიმიის მაგისტრის აკადემიური ხარისხის

მოსაპოვებლად

მეცნიერ ხელმძღვანელი:

ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი: ჟუჟუნა გურჯია

თბილისი, 2021წ

## სარჩევი

ანოტაცია.....	3
შესავალი.....	4
1. ლიტერატურული მიმოხილვა.....	5
1.1. ღვინო.....	5
1.2. ღვინის წარმოშობის ისტორია .....	5
1.3. ღვინის სახეობები.....	6
1.4. ქართული სამარკო ღვინოები .....	6
1.5. ღვინის დამზადების ტექნოლოგია .....	7
1.6. ღვინის ქიმიური შედგენილობა .....	10
2. ექსპერიმენტული ნაწილი .....	18
2.1. საანალიზო ნიმუშები .....	18
2.2. გამოყენებული მეთოდები.....	20
2.2.1 ქიმიურ-ფიზიკური მეთოდები.....	20
2.2.2 ფიზიკური მეთოდი- ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტროსკოპია.....	26
2.2.3 გამოყენებული ხელსაწყო .....	32
2.2.4 გამოყენებული რეაქტივები.....	33
2.2.5 ანალიზის მიმდინარეობა .....	34
2.2.6 მონაცემთა ანალიზი .....	38
3. დასკვნები.....	39
4. გამოყენებული ლიტერატურა .....	41

## ანოტაცია

ღვინის გლობალურ ინდუსტრიაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ღვინის ქიმიური შედგენილობის კვლევა. ღვინის ქიმიური ანალიზი აუცილებელია პროდუქტის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად და საერთაშორისო ბაზრის მარეგულირებელი კანონების შესაბამისობაში, აგრეთვე ყურძნისა და ღვინის წარმოების ფუნდამენტური ასპექტების გასაგებად წარმოების პროცესების გასაუმჯობესებლად. ამ სფეროში ბოლო წლების განმავლობაში ინსტრუმენტული ანალიზის მოწინავე მეთოდები უფრო ფართოდ იქნა გამოყენებული.

ჩვენი სამაგისტრო ნაშრომის კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოს სხვადასხვა სახეობის ღვინოების ქიმიური შედგენილობის კვლევა. ამისათვის გამოვიყენეთ საერთაშორისოდ აღიარებული ქიმიურ-ფიზიკური და ფიზიკური (FTIR) მეთოდები. ღვინის დაყენებისას თუ შენახვა-დაძველებისას აუცილებელია მისი პერიოდული ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზი.

## Annotation

The study of the chemical composition of wine plays an important role in the global wine industry. Wine chemical analysis is essential to ensure product safety and compliance with international market regulatory laws, as well as to improve production processes to understand the fundamental aspects of grape and wine production. Advanced methods of instrumental analysis have been used more widely in this field in recent years.

The aim of the research of our master thesis was to study the chemical composition of different types of Georgian wines. For this we used internationally recognized chemical-physical and physical (FTIR) methods. Periodic organoleptic and physico-chemical analysis of wine is necessary when making or storing wine.

## შესავალი

ღვინო არის უნიკალური პროდუქტი, რომელსაც განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს მთელს მსოფლიოში. ის სულ უფრო პოპულარული ხდება ადამიანის ცხოვრებაში. სამეცნიერო ლიტერატურაში ღვინო ითვლება ფუნქციურ საკვებად, რომლის ხარისხის კონტროლი საკმაოდ მნიშვნელოვანია.

საქართველოში ღვინის დაყენების ტრადიცია 8000 წელს ითვლის და მას ქართულ კულტურაში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს. გაერთიანებული ერების განათლების, მეცნიერებისა და კულტურის ორგანიზაციის - იუნესკოს გადაწყვეტილებით, 2013 წლიდან, ქვევრში ღვინის დაყენების ქართული ტრადიციული მეთოდი არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა ნუსხაში შევიდა. 2017 წელს კი, საფრანგეთის ქალაქ ბორდოში - ღვინის მსოფლიო დედაქალაქში განხორციელებული პროექტის „საქართველო ღვინის აკვანი“-ს ფარგლებში, მსოფლიო სამეცნიერო საზოგადოებამ საქართველო „ღვინის სამშობლოდ“ აღიარა.

ქართული ღვინის მიმართ საერთაშორისოდ აღიარებული იმიჯისა და ღვინის ექსპორტის რაოდენობრივი ზრდის პარალელურად, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ქართული ღვინის ხარისხის კონტროლს ყურძნიდან დაწყებული მზა პროდუქციით დამთავრებული და მის გაუმჯობესებას. აგრეთვე ღვინის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები უნდა აკმაყოფილებდეს ტექნიკური რეგლამენტის – ღვინის წარმოების ზოგადი წესისა და ნებადართული პროცესების, მასალებისა და ნივთიერებების ჩამონათვალის განსაზღვრის შესახებ №524 2018 წლის 6 ნოემბრის დადგენილებით გათვალისწინებულ ზღვრებს.

სწორედ ამიტომ ჩემი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა, საქართველოს სხვადასხვა სახეობის, განსხვავებული ტექნოლოგიური ხერხებით დამზადებული ღვინოების ქიმიური შედგენილობის შესწავლა და მათი შედარებითი შეფასება როგორც ორგანოლეპტიკური, აგრეთვე ქიმიური კუთხით. ამისათვის კახური (ტრადიციული), იმერული და ევროპული წესით დამზადებულ ღვინოებში განვსაზღვრე ქიმიური პარამეტრები როგორც ინსტრუმენტული, ისე საერთაშორისო ანალიზის მეთოდებით.

## 1. ლიტერატურული მიმოხილვა

### 1.1. ღვინო

ღვინო არის ყურძნის წვენის ბიოქიმიური (საფუვრები და სხვა მიკროორგანიზმები : ალკოჰოლური დუღილი და სხვა ქიმ. პროცესები) გარდაქმნის შედეგად მიღებული პროდუქტი. მისი დამზადება მთელ რიგ ფაქტორებზეა დამყარებული: ჯიში, ეკოლოგიური პირობები, გადამამუშავების ტექნოლოგიური პროცესები და ა.შ

ღვინო მსოფლიოს ყველაზე მრავალფეროვანი პროდუქტია, რადგან იგი აუარება განსხვავებული საღვინე ვაზის ჯიშისგან მზადდება, ერთმანეთისგან ასევე სრულიად განსხვავებული მეთოდებით და ტექნოლოგიებით. ღვინო შეიძლება იყოს ცქრიალა, მშრალი, ნახევრად მშრალი, ნახევრად ტკბილი, ტკბილი, შემაგრებული... ღვინოს აყენებენ უჭაჭოდ და უკლერტოდ, ასევე ჭაჭით, ან ჭაჭით და კლერტით ერთდროულად, ლექზე დაყოვნებით... აყენებენ ქვევრში, მუხასა და ბეტონის ავზებში, უჟანგავ ფოლადსა თუ მინაში. ერთმანეთისგან სრულიად განსხვავებული ღვინოები დგება ცხელ და გრილ რეგიონებში, მშრალი ჰავით ცნობილ და ნესტიან მხარეებში... ყველა ნამდვილ ღვინოს თავისი განუმეორებელი ხასიათი აქვს და მისი გასინჯვისას სწორედ ამ გამორჩეულობით ვტკბებით ხოლმე ღვინის მოყვარულები.

### 1.2. ღვინის წარმოშობის ისტორია

ქართული ღვინო ისტორიით ერთ-ერთი უძველესია ევროპაში. საქართველო, მიუხედავად თავისი მასშტაბებისა, გამორჩეულია კლიმატური პირობების, რელიეფის, ჰავის, ნიადაგის ნაირგვარობით - რაც ბუნებრივად განსაზღვრავს ვაზის უნიკალურ ჯიშთა სიმრავლეს.

ქართველმა ხალხმა საუკუნეების მანძილზე შეიმუშავა მშრალი, ბუნებრივად ტკბილი და ნახევრად ტკბილი, სადესერტო და ცქრიალა, კახური და იმერული ტიპის ღვინოების დამზადების ტექნოლოგიური ხერხები. „კულტურული ვაზის მოვლა-მოშენების ხალხური სელექციისა და ღვინის დაყენების ათასწლეულთა მანძილზე გამომუშავებული ტრადიციები თაობიდან თაობას ზეპირი სახით გადაეცემოდა. ქართველებისათვის ვაზი განსაკუთრებული ყურადღებისა და ზრუნვის საგანი იყო. სწორედ ამგვარმა ცნობიერებამ, დღევანდლამე შემოგვინახა ადგილობრივი ვაზის უმდიდრესი გენოფონდი, რომლის

ზადალი მსოფლიო მევენახეობაში სხვაგან არსად მოიპოვება“ 8000 წელზე დიდი პერიოდის რქაწითელის ჯიშის ყურძნის წიპწებიანი თიხის დოქების აღმონაჩენი მიუთითებს იმ დროის საქართველოში მეღვინეობის განვითარების მაღალ დონეზე. მეცნიერულად დასაბუთებულია, რომ საქართველო არის ქვეყანა, სადაც ადამიანმა ველური ვაზი „გააკულტურულა და გააშინაურა“. პირველი კულტივირებული ყურძნის ნარჩენები (ე.ი. ადამიანთა მიერ სპეციალურად კულტივირებული და არა ველურ ბუნებაში დამოუკიდებლად არსებული) აღმოჩენილია საქართველოში და თარიღდება ჩვ. წ. აღ მე-10 ათასწლეულით. 8 ათასი წლის წინ ადამიანებს უკვე შეეძლოთ ყურძნისგან ღვინო დაემზადებინათ, რასაც ადასტურებს აღმოჩენილი თიხის ქვევრის ჭურჭელი იმავე პერიოდის ვაზის წიპწის ნარჩენებით.

### 1.3. ღვინის სახეობები

კატეგორიების მიხედვით ღვინო არის ჯიშობრივი და კუპაჟური. ჯიშობრივ ღვინოს ამზადებენ ერთი ჯიშის ყურძნისგან, კუპაჟურს კი - სხვადასხვა ყურძნის ჯიშის ნარევისაგან. ყურძნის ღვინო ორგვარია: წყნარი ღვინო, რომელიც თითქმის არ შეიცავს ნახშირორჟანგს და ნახშირორჟანგის შემცველი. წყნარი ღვინო ხარისხის მიხედვით არის ორდინალური, სამარკო და საკოლექციო. დაუძველებლად გამოშვებულ ღვინოს ორდინალურს უწოდებენ, დაძველებულ მაღლხარისხოვანს კი - სამარკოს. განსაკუთრებით მაღალხარისხოვან ღვინოს, რომელსაც კასრებში საწარმოო დაძველების გარდა ბოთლებშიც აძველებენ (2-3 წლიდან განუსაზღვრელ დრომდე), საკოლექციო ღვინო ეწოდება.

### 1.4. ქართული სამარკო ღვინოები

- **სუფრის მშრალი ღვინოები:** წინანდალი (თეთრი), გურჯაანი (თეთრი), ნაფარეული (თეთრი), ბახტრიონი (თეთრი), მანავი (თეთრი), ვაზისუბანი (თეთრი), ციცქა (თეთრი), ცოლიკაური (თეთრი), რქაწითელი (თეთრი), ტიბაანი (თეთრი), თელავი (თეთრი), სვირი (თეთრი), სამება (თეთრი), თელიანი (წითელი), ნაფარეული (წითელი), ყვარელი (წითელი), მუკუზანი (წითელი).
- **სუფრის მშრალი ორდინალური ღვინოები:** ჰერეთი (თეთრი), გარეჯი(თეთრი), გელათი (თეთრი), კახეთი (თეთრი), დიმი (თეთრი), ბოდბე (თეთრი), შუამთა (თეთრი), საფერავი (წითელი).

- **ნახევრადმშრალი ღვინოები:** აგუნა (თეთრი), საჩინო (წითელი), მთაწმინდა (წითელი), ანაკოფია (თეთრი), თბილისური (თეთრი), ფიროსმანი (წითელი), ბარაკონი (წითელი).
- **ნახევრადტკბილი ღვინოები:** ახმეტა (თეთრი), ტვიში (თეთრი), თეთრა (თეთრი), ჩხავერი (თეთრი), სავანე (თეთრი), ფსოუ (თეთრი), ალაზნის ველი (თეთრი), ხვანჭკარა (წითელი), ოჯალეში (წითელი), ქინძმარაული (წითელი), ახაშენი (წითელი), თავკვერი (წითელი), უსახელაური (წითელი), აფსნი (წითელი), ლისნი (წითელი), ალაზნის ველი (წითელი), ალადასტური (წითელი).
- **მაგარი ღვინოები (პორტვინი):** კარდანახი (თეთრი), ანაგა (თეთრი), სიღნაღი (თეთრი), ივერია (თეთრი), კოლხეთი (წითელი), ტარიბანა (თეთრი), ლელო (თეთრი), მარაბდა (თეთრი).
- **სადესერტო ღვინოები:** საამო (თეთრი), ხიხვი (თეთრი), სალხინო (წითელი), აფხაზეთის თაიგული (თეთრი).

### 1.5. ღვინის დამზადების ტექნოლოგია

ღვინის დამზადების ტექნოლოგია საქართველოს თითქმის ყველა კუთხეში განსხვავებულია. ძირითადად მიმართავენ ღვინის დამზადებას კახური (ტრადიციული) და ევროპულ წესით. ღვინის დამზადებისას გათვალისწინებულია კლიმატური პირობები, ადგილობრივი ნიადაგის ტიპები, ადათ-წესები, თავად ყურძნის მოსავლის წელი და მისი ქიმიური შემადგენლობა, ღვინის სახეები და დაყენების სპეციფიკა. ღვინის დაყენება იწყება მარანში ყურძნის შემოსვლიდან და გრძელდება ალკოჰოლური დუდილის დამთავრებამდე. ყურძენი გარდაიქმნება სხვადასხვა ტიპის ღვინოდ, რომლებიც მრავალი ნიშნით განსხვავდებიან ერთმანეთისგან. - თეთრი ღვინო ძირითადად თეთრი ყურძნისაგან მიიღება (თეთრის თეთრი), თუმცა მისი მიღება შესაძლებელია შავი ყურძნისგანაც (შავის თეთრი). - ვარდისფერი ღვინო უმთავრესად შავი ყურძნისაგან ყენდება. წითელი ღვინო როგორც წესი, ყურძნის შავი ჯიშებისგან ყენდება, თუმცა საფრანგეთის ზოგიერთ რეგიონში დაშვებულია გარკვეული პროპორციით თეთრი ყურძნის შერევაც (მაგრამ არა თეთრი ღვინისა) .

ღვინის ხარისხის აკვარგეიანობა დამოკიდებულია ყურძნის ფიზიკურ მდგომარეობასა და მის სიმწიფის ხარისხზე. მოუმწიფებელი ყურძნიდან დაყენებული ღვინო ნაკლებ ალკოჰოლს შეიცავს, მჟავა, პიგმენტებით ღარიბი, უსხეულო და არაჰარმონიული. ასეთი ღვინო ინფექციური დაავადებებისადმი მიდრეკილებას იჩენს, ამიტომ ხარისხიანი წითელი ღვინის

მისაღებად აუცილებელია კონდიციური მაჩვენებლების (შაქრიანობა, მჟავიანობა და სხვა) დაცვა და რთველის ნორმალურ პირობებში ჩატარება. დიდი მნიშვნელობა აქვს ასევე ატმოსფერულ ტემპერატურას. ცივ ამინდში დაკრეფილი ყურძენი მარანში ცივი შემოდის, ღურდო დუღილს დაგვიანებით იწყებს, მასში ადვილად ვითარდება მავნე მიკროორგანიზმები, რაც უარყოფითად მოქმედებს ღვინის ხარისხზე. ამასთან დაბალ ტემპერატურაზე დადუღებულ ღვინოში მინიმალური რაოდენობით გადადის ანტოციანები, რის გამოც პროდუქცია ნაკლებად შეფერილია.

### **ღვინის დამზადების ტრადიციული მეთოდი**

ქვევრის ტრადიციული კახური ღვინო ქართული მეღვინეობის ღირსებასა და სიამაყეს წარმოადგენდა საუკუნეების მანძილზე. საქართველო ერთადერთი ქვეყანაა სადაც, ქვევრში ღვინოს უძველესი დროიდან დღემდე უწყვეტად აყენებენ.

საქართველოში ქვევრში ღვინის დაყენება 8 ათასი წლის წინ დაიწყო და ამ ტრადიციას დღემდე ინარჩუნებენ. ქვევრის ღვინის დაყენების ქართულ ტრადიციულ მეთოდს 2013 წელს იუნესკოს (UNESCO) არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის სტატუსი მიენიჭა, რაც ამ მეთოდის უნიკალურობაზე მიუთითებს და გზავნილია მთელი მსოფლიოსთვის, რომ ღვინო უძველესი ქართული კულტურის შემადგენელი ნაწილია. მისი ტევადობა რამდენიმე ასეული ლიტრიდან იწყება და რამდენიმე ტონას აღწევს. ქვევრის ღვინო ზოგადად გულისხმობს ყურძნის ტკბილის გარკვეული რაოდენობის ჭაჭასთან დადუღებას, დაღვინებასა და შემდგომ დავარგებას. პირველი და მნიშვნელოვანი წესი ქვევრში ღვინის დაყენებისა არის ქვევრში ღვინის დაყოვნება თავისივე ჭაჭაზე როგორც ალკოჰოლური დუღილის, ისე მის შემდგომ პერიოდშიც. ღვინის თავისივე ჭაჭაზე დასაყოვნებელი პერიოდის განსასაზღვრად დიდი მნიშვნელობა აქვს ყურძნის ჯიშს, ალკოჰოლური დუღილის ხანგრძლივობას, გარემო პირობებს და სხვ.

ქვევრში ტემპერატურული რეჟიმის ბუნებრივი ბალანსისა და ალკოჰოლური დუღილისათვის ოპტიმალური ტემპერატურის თავისთავად არსებობის გამო, ღვინის დაყენებისას ქრონოლოგიურად მიმდინარეობს ყველა ის პროცესი, რასაც ქარხნულ პირობებში სხვადასხვა დანადგარები და ქიმიური დანამატები ესაჭიროება. ქვევრის უნიკალური ფორმის წყალობით, ჭაჭაზე დატოვებული ღვინო არ განიცდის ლექის გავლენას. ალკოჰოლური დუღილის დასასრულს ყურძნის წიპწების დიდი ნაწილი მარცვალს



სცილდება, იძირება და გროვდება ქვევრის ძირში. წნევის ზემოქმედებით ყურძნის წიპწას ლექი გადაეფარება, რის შედეგადაც ხდება წიპწისა და ღვინის ერთმანეთისაგან იზოლირება. ლექის დალექვის შემდეგ უკვე ჭაჭა იწყებს ჩაძირვას, ამრიგად ღვინოს შეხება მხოლოდ ჭაჭასთან აქვს, საიდანაც მას მაქსიმალურად გამოაქვს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის სასარგებლო ნივთიერებები.

ტრადიციული კახური ღვინის ტიპიური არომატისა და გემოს ჩამოყალიბებაში ყურძნის მაგარ ნაწილებს, (განსაკუთრებით კლერტს) გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება, თუმცა როდესაც კლერტის მნიშვნელობაზე ვსაუბრობთ, უნდა გავითვალისწინოთ ის თუ რთველის რომელ პერიოდში იკრიფება ყურძენი. რთველის პირველ ნახევარში, როცა ყურძენი ტექნიკურ სიმწიფეშია, თუ მეორე ნახევარში როცა ყურძენი ფიზიოლოგიურ სიმწიფეში შედის. ტექნიკური სიმწიფე ყურძნის ის მდგომარეობაა, როცა იგი მომწიფებულია მოხმარებისთვის და შეიძლება მისგან ისეთი ღვინოების დამზადება, როგორებიცაა: სუფრის, ცქრიალა და საკონიაკე დანიშნულების ღვინოები. ამ დროს შაქრიანობა 18-21%ია. ფიზიოლოგიური სიმწიფის დროს კი მომწიფებულია წიპწა და კლერტიც. მარცვალი იძენს ვაზის ჯიშისთვის დამახასიათებელ შეფერილობას, გემურ და არომატულ თვისებებს. კანი ხდება ნაზი და გამჭირვალე. ამავე დროს მომწიფებულ კლერტში კონცენტრირებულია არომატწარმოქმნელი აქროლადი და არააქროლადი ნაერთები, ამინომჟავები, მინერალური ნივთიერებები, შაქრიანობის მაჩვენებელი 21-26% - ის ფარგლებში მერყეობს. ტრადიციული კახური ღვინოს დასაყენებლად რამდენიმე აუცილებელი წინაპირობა არსებობს, ესენია: 1. ნიადაგურ-კლიმატური პირობები 2. ვაზის ჯიში 3. ყურძნის ფიზიოლოგიური სიმწიფე (მომწიფებული კლერტი და წიპწა) 4. ალკოჰოლური დუღილი ქვევრში, სრულ ჭაჭაზე დუღილის დამთავრებიდან 5 თვის განმავლობაში 5. დადუღება ბუნებრივ საფუვრებზე. ალკოჰოლური დუღილი ჭაჭასთან შეხებით 1-3 კვირის განმავლობაში გრძელდება. დუღილის დამთავრების შემდგომ ქვევრებს თავს ჰერმეტიკულად ახურავენ და ღვინოს ჭაჭასთან შეხებაში ტოვებენ რამდენიმე თვის განმავლობაში.

### **ღვინის დამზადების ევროპული მეთოდი**

ღვინის ევროპული წესით დაყენებისას დუღილში მონაწილეობას არ იღებს ჭაჭა და ყურძნის მაგარი ნაწილები. უჭაჭოდ რომ დუღს ღვინო, ეს უკვე ევროპული წესია. უცხოეთში, ძირითადად, ამ წესით ამზადებენ ღვინოს. მაღალხარისხიანი, ევროპული ტიპის ღვინის

მისაღებად მოკრეფილი ყურძენი დიდხანს არ უნდა დაყოვნდეს, რადგან ტკბილით დასველებულ ყურძნის მარცვლებზე სწრაფად ვითარდებიან მმარმჟავა ბაქტერიები, მათ მიერ წარმოქმნილი პროდუქტები კი შემდეგ ღვინოში გადადიან და აავადებენ მას. გადამუშავებისას ყურძენს აცალკევებენ კლერტისგან, რათა ტკბილში არ გადავიდეს ტანინები და ღვინომ “სიტლანქე“ არ შეიძინოს. ყურძნისაგან მიღებული ტკბილი გამოიყენება მაღალხარისხოვანი ევროპული ტიპის ღვინის დასამზადებლად. უჭაჭოდ დაყენებული ტკბილის დუღილი შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს.

აღსანიშნავია, რომ რაც უფრო დაბალ ტემპერატურაზე დუღს ტკბილი (20- 25 გრადუსზე) მით უფრო ხარისხიანი ღვინო მიიღება. საერთოდ, რაც უფრო დიდ ჭურჭელშია მოთავსებული ტკბილი, მით უკეთესია, რადგან დუღილი უფრო კარგად მიდის. დაწურული ყურძნის წვენი დუღილი 14 დღე უნდა გაგრძელდეს. უცხოეთში კი, თითქმის, ოცი დღე ადუღებენ, რადგან მათ ტემპერატურის რეგულირება და მისი რეჟიმის დაცვა შეუძლიათ. რაც უფრო დიდხანს დუღდება ღვინო, მით უკეთესია, რადგან, სწრაფად დუღილის დროს არომატული ნივთიერებები იკარგება.

### **ღვინის დამზადების იმერული მეთოდი**

იმერული ტექნოლოგია ჩამოყალიბდა კახური და ევროპული ტექნოლოგიების შერწყმის შედეგად. ამ შემთხვევაში, ყურძენს არ ასუფთავებენ კანისა და წიპწისგან, მაგრამ ასუფთავებენ ტოტებისგან. უფრო ნაკლები დროით აყენებენ, ვიდრე ეს კახური ტექნოლოგიის შემთხვევაში ხდება. ასე დამზადებულ ღვინოს უფრო თანაბარი გემო აქვს ვიდრე კახური ტექნოლოგიით დამზადებულს, ხოლო ძირითად არომატში ჩნდება სიმჟავე.

### **1.6. ღვინის ქიმიური შედგენილობა**

ენოლოგია ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს მეცნიერებას ღვინის შესახებ. შესაბამისად ენოქიმია არის ღვინის ქიმია. ანუ მეცნიერება მეღვინეობის ქიმიური საფუძვლების შესახებ. ენოქიმია შეისწავლის როგორც ღვინის, ასევე ღვინის საწყისი ნედლეულის-ყურძნის ქიმიურ შედგენილობას და ტექნოლოგიური პროცესების დროს მიმდინარე ქიმიურ გარდაქმნებს.

ყურძნის წვენი ღვინოდ გარდაქმნის საიდუმლო ადამიანის ინტერესის ობიექტი მრავალი ათასი წელიწადის წინ გახდა. მეცნიერებათა, კერძოდ ქიმიისა და ბიოლოგიის განვითარებამ შეძლო ბოლომდე გაეცა ყველა კითხვაზე პასუხი ღვინის წარმოქმნისა და თვისებების შესახებ.

ღვინის დაყენებისას მადულარ გარემოში მიმდინარეობს შემდეგი გარდაქმნები : ქიმიური გარდაქმნები : ალკოჰოლური დუღილის დროს შაქრები გარდაიქმნება ეთანოლად, ვაშლ-რძემჟავური დუღილის დროს- ვაშლმჟავა რძემჟავად.

ღვინის ქიმიური ანალიზი არ უჩვენებს მის ორგანოლექტიკურ თვისებებს. საერთოდ ღვინის სრული ანალიზისთვის საჭიროა მისი ვიზუალური, ყნოსვითი, გემოვნური, მექანიკური და ქიმიური შესწავლა.

### **ეთანოლი**

ეთანოლი ანუ ეთილალკოჰოლი (ეთილის სპირტი) წარმოადგენს ღვინის მოცულობის 8-17%-ს. იგი შეიძლება 23%-მდე იყოს დასპირტვით მიღებულ სპეციალურ ღვინოებში (ბუნებრივად ტკბილი ღვინოები, მისტელეები). ეთანოლის რაოდენობა ღვინოში გამოისახება მოცულობითი პროცენტით (მოც.%).

კანონის მიხედვით, ფაქტობრივი მოცულობითი სპირტშემცველობა შეესაბამება 100 მოცულობა პროდუქტში არსებულ ალკოჰოლის მოცულობას 20<sup>0</sup> C-ზე.

პოტენციური მოცულობითი სპირტშემცველობა შეესაბამება ალკოჰოლის მოცულობას 20<sup>0</sup> C-ზე და 100 მოცულობა პროდუქტში, თუ არსებული შაქარი მთლიანად დადუღდება.

საერთო მოცულობითი სპირტშემცველობა კი წარმოადგენს ფაქტობრივი და პოტენციური მოცულობითი სპირტშემცველობების ჯამს.

მასური სპირტშემცველობა შეესაბამება 100 კილოგრამ პროდუქტში არსებული ალკოჰოლის მასას (კგ).

ეთანოლი ღვინოს ძალას (სიმაგრეს), სითბოსა და სირბილეს სძენს. დაბალ კონცენტრაციაზე მას მოტკბო გემო ახასიათებს, მაღალი შემცველობისას კი - მწველი გემო.

ეთანოლი დიდ როლს ასრულებს ღვინის შენახვაში. დაბალალკოჰოლიანი ღვინოები უფრო ადვილად ავადდებიან საფუვრებითა და ბაქტერიებით.

## მჟავები

ღვინო მრავალ მჟავას შეიცავს თავისუფალი თუ მათი მარილების სახით. თუ ღვინომ ვაშლ-რძემჟავური დუღილი განიცადა, მასში აღარ მოიპოვება ვაშლისა და ლიმონის მჟავები.

ზოგიერთი მჟავები ღვინის დამზადებისას წარმოიქმნება. ასეთებია რძემჟავა, ქარვამჟავა, ჭიანჭველმჟავა, მმარმჟავა, პიროყურმენმჟავა, გლუტარის მჟავა. ეს მჟავები დუღილის დროს წარმოიქმნება, სხვებიც - სხვადასხვა გარდაქმნების შედეგად : გალაქტურონის, გლუკონის, მუცის მჟავები.

ეს მჟავები განაპირობებს ღვინის მჟავე გემოს, მონაწილეობს მის საგემოვნო თვისებებში და მდგრადობას სძენს მას. ხშირად ისინი უერთდება სხვა ფუნქციონალურ ჯგუფებს (სპირტები, კეტონები, ალდეჰიდები) და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ღვინის დავარგებისას მიმდინარე გარდაქმნებში.

მეღვინეობაში მჟავიანობის სხვადასხვა მაჩვენებელს იყენებენ: ტიტრული მჟავიანობა, pH, მქროლავი მჟავიანობა, ხანდახან კი არამქროლავი მჟავიანობა.

## ტიტრული მჟავიანობა

ღვინის საერთო მჟავიანობა წარმოადგენს ღვინოში არსებული მჟავების თავისუფალ მჟავა ფუნქციათა ჯამს. მას ასევე ტიტრულ მჟავიანობასაც უწოდებენ, რადგან მისი განსაზღვრისათვის გამოიყენება ტიტრაცია ტუტე ხსნარით NaOH N/10.

ღვინოში ტიტრულ მჟავიანობას დიდი მნიშვნელობა აქვს. იგი:

- აუმჯობესებს ღვინის შენახვის პროცესს, აჩერებს რა დაავადებების გამომწვევი მიკროორგანიზმების განვითარებას. ტიტრული მჟავიანობა განაპირობებს pH-ს, ანუ განსაზღვრავს სხვადასხვა ბაქტერიის მოქმედებას;
- სიხალისეს მატებს ღვინოს, დაბალმჟავიანი ღვინო დუნეა, ხოლო ზედმეტად მაღალმჟავიანი კი - მწვანე და აგრესიული;
- ზრდის ტანინების სიძელგეს დეგუსტაციის დროს;
- მოქმედებს ფერის ტონსა და სტაბილურობაზე.

ევროგაერთიანებაში ტიტრული მჟავიანობა გამოისახება მილიეკვივალენტობით ლიტრზე ან ღვინომჟავაზე გადაანგარიშებით, ან გოგირდმჟავაზე გადაანგარიშებით (საფრანგეთი), ან გრამი ლიტრში ერთეულებით.

ღვინოებში, რომლებშიც ვაშლ-რძემჟავური დუღილი არ განხორციელებულა, ტიტრული მჟავიანობა მცირედ განსხვავდება ტკბილის ტიტრული მჟავიანობისაგან. ალკოჰოლური დუღილის დროს საფუერების მიერ დაშლილი ვაშლმჟავა და გამოლექილი ღვინომჟავის მარილები უმრავლეს შემთხვევაში კომპენსირდება ახალი მჟავების წარმოქმნით.

### **შაქრები**

შაქრების შემცველობა ღვინის ტიპის მაჩვენებელია. განსაზღვრების მიხედვით მშრალი ღვინო მაქსიმუმ 4გ/ლ შაქარს შეიცავს, ნახევრად მშრალი ღვინო 4-12 გ/ლ მდე, ნახევრად ტკბილი ღვინო 12-45 გ/ლ მდე, ტკბილი ღვინო მინიმუმ 45 გ/ლ-ს

### **მქროლავი მჟავები**

მქროლავი მჟავები ეწოდება ღვინოში მცირე რაოდენობით არსებული ძმარმჟავას რიგის ცხიმოვანი მჟავების ერთობლიობას. აქ არ შედის რძემჟავა, ქარვამჟავა, CO<sub>2</sub> და SO<sub>2</sub> . გამოსახება იგივე ერთეულებში, როგორც ტიტრული მჟავები, ოღონდ, ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით.

დაუზიანებელი ყურძენი მქროლავ მჟავებს არ შეიცავს. ღვინის წარმოების პროცესში წარმოიქმნება მეტ-ნაკლები რაოდენობით ძმარმჟავა. მისი რაოდენობა დამოკიდებულია საფუერის კულტურასა და ვაშლ-რძემჟავური დუღილის ჩატარების პროცესზე.

მქროლავი მჟავები ალკოჰოლური დუღილის დროს დაახლოებით 0,1-0,2 გ/ლ რაოდენობით წარმოიქმნება, დაახლოებით ამდენივე - ვაშლრძემჟავური დუღილის ჩატარებისას. განსაკუთრებით კი შეიძლება გაიზარდოს ღვინის შენახვის დროს იმ შემთხვევაში, თუ გამრავლდა პათოგენური მიკროორგანიზმები.

### **ექსტრაქტი**

ღვინის ექსტრაქტი წარმოადგენს მისი არააქროლადი ნივთიერებების მასას, რომლებიც აქროლადი ნივთიერებების აორთქლების შემდეგ იზომება. მასში შედის:

- თავისუფალი მჟავები და მათი მარილები;
- ტანინები და საფერავი ნივთიერებები;
- პექტინები;
- შაქრები, თუ დუღილი ბოლომდე არ დასრულებულა;

- მინერალური მარილები.

არსებობს:

- **საერთო ექსტრაქტი**; მისი გაზომვისათვის საჭიროა ღვინის აორთქლება იმდენად ზუსტად დადგენილ პირობებში, რომ მეღვინეობაში მას არ იყენებენ და ექსტრაქტს დენსიმეტრიით საზღვრავენ;
- **არააღმდგენელი ექსტრაქტი**; ეს არის ღვინის საერთო ექსტრაქტს გამოკლებული შაქრების მასა;
- **დაყვანილი ექსტრაქტი**; წარმოადგენს ღვინის საერთო ექსტრაქტს გამოკლებული 1გ/ლ-ზე მეტი შაქრების, 1გ/ლ -ზე მეტი კალიუმის სულფატის, მანიტოლისა (თუ მას ღვინო შეიცავს) და სხვა, ღვინოში დამატებული ქიმიური ნაერთების მასა,

### **ფენოლური ნაერთები**

ღვინოში ფენოლური ნაერთები იმავე ფორმითაც გვხვდება, როგორც ყურძენში და ასევე ახალი სტრუქტურული ფორმებით, რომლებიც მრავალი და რთული გარდაქმნების შედეგად მიიღება.

ღვინოები, რომლებმაც მუხის კასრში გაიარეს დაღვინებისა და დამველების პროცესი, შეიცავს მუხის ტანინებსაც.

პოლიფენოლების რაოდენობა ღვინოში დამოკიდებულია ყურძნის ხარისხზე, ღვინის დაყენების ტექნოლოგიაზე, დავარგების მეთოდსა და ღვინის ასაკზე. ფენოლური ნაერთები ღვინოს მატებს სხეულსა და ხავერდოვნებას, გავლენას ახდენს მის გემოსა და ფერზე.

**უფერო ფენოლური ნაერთები** ყველა ღვინოში გვხვდება, მაგრამ განსაკუთრებით მაცერაციით მიღებულ ღვინოებში. ესენია:

- ფენოლმჟავები და აქროლადი ფენოლები, რომლებიც ყველა ღვინოშია;
- კატექინები და მათი პოლიმერები წარმოადგენს მეტ-ნაკლებად პოლიმერიზებულ კატექინურ ტანინებს (მაგალითად, კახური ტიპის ღვინოებში);
- ხანდახან ხის ტანინები ანუ მეტ-ნაკლებად პოლიმერიზებული ელაგიტანინები.

**შეფერილი ფენოლური ნაერთები** შედის წითელი და ვარდისფერი ღვინოების შედგენილობაში: ეთერიფიცირებული თავისუფალი ანტოციანინები ახალგაზრდა ღვინოში სწრაფად გარდაიქმნება. რამდენიმე თვეში ღვინოში მხოლოდ მათი შესაბამისი 5 მონოგლუკოზიდი ანტოციანი რჩება.

ზოგიერთი მათგანი უერთდება ტანინებს (კოპიგმენტაცია), სხვები იჟანგება და ქრება, ან ილექება ტანინებთან ერთად. წითელი ღვინო განიცდის ცვლილებებს. მისი შეფერვა ნელ-ნელა იცვლება და მოაგურისფროში გადადის. მისი ორგანოლექტიკური თვისებები იხვეწება. ტანინები კარგავს სიმძლევს. ეს ტანინები განიცდის პოლიმერიზაციას, იჟანგება და ყვითელ შეფერილობას იღება. ისინი უერთდება ცილებს, პოლისაქარიდებს, მეტალებსა და მარილებს. წითელ ღვინოებში ისინი ანტოციანებსაც უერთდება, რაც სტაბილურ წითელ შეფერილობას იძლევა.

ამგვარად, მიუხედავად ანტოციანების საერთო რაოდენობის კლებისა, ფერის ინტენსივობა და სტაბილურობა იზრდება.

ღვინოებში ისაზღვრება:

- შეფერილობის ინტენსივობა ;
- საერთო პოლიფენოლების მაჩვენებელი ;
- ჟელატინის მაჩვენებელი (რომელიც ტანინების სიმძლავის მაჩვენებელია).

## **სურნელოვანი ნივთიერებები**

### **ჯიშური არომატები**

ყურძნის სურნელოვანი ნივთიერებები შეიძლება იმავე ფორმით გადმოვიდეს ღვინოში, ან მათი წინამორბედების სახით, რომლებიც შემდგომში გარდაიქმნებიან არომატულ ნივთიერებებად. ასეთებია ბმული ტერპენები, რომლებიც ღვინოში განიცდის ჰიდროლიზს და იძლევა სურნელოვან ტერპენებს. ფენოლმჟავები საფუვრის მიერ დეკარბოქსილაციის შემდეგ იძლევა ალდეჰიდებს, სპირტებს, შემდეგ ეთერებს, რომლებიც მონაწილეობს ძველი ღვინის ბუკეტში მათთვის დამახასიათებელი თაფლის, ყვავილებისა და წითელი ღვინის ტონებით.

### **დუდილის არომატები**

ეს მეორეული არომატები წარმოიქმნება შაქრების გარდაქმნით ან საფუვრის მეტაბოლიზმის შედეგად. მათ შორისაა:

- უმაღლესი სპირტები, რომელთა წარმოქმნა ძლიერაა დამოკიდებული მადუღარი გარემოს კონდიციებზე და საფუვრის კულტურაზე. (იზრდება მაღალი ტემპერატურისა და აერაციის პირობებში), 300 მგ/ლ-ზე მაღალი კონცენტრაცია უარყოფითად აისახება სადეგუსტაციო შეფასებისას ;

- უმაღლესი სპირტების ეთერები , როგორც წესი, ნაკლებად სურნელოვანი და ძლიერ ჰიდროლიზებული ნაერთებია, შესაძლოა დადებითი გავლენა იქონიოს თეთრი ღვინის სურნელზე, ზედმეტი რაოდენობით კი არა არის სასურველი;
- ეთილეთერები - საფუვრის ცხიმოვანი მეტაბოლიზმის შედეგად წარმოიქმნება ცხიმოვანი მჟავები, ქმნის ყვავილებისა და ხილის ტონების მქონე ეთილეთერებს.

ამ სხვადასხვა ნაერთის წარმოქმნა ნორმის ფარგლებში უნდა მოხდეს, რადგან:

- ზედმეტი რაოდენობით დუდილის არომატები ამძიმებს ღვინოს;
- მცირე რაოდენობით ღვინის არომატი თხელი და ხანმოკლეა.

### **მესამეული, ანუ შექმნილი არომატები - ბუკეტი**

მესამეული არომატები ძლიერ მრავალფეროვანია, რთული და სხვადასხვა მიზეზის გამო ისინი დიდი ხნის განმავლობაში ყალიბდება, დავარგების დროს ჰაერთან ზომიერი შეხებით თუ ბოთლებში ჰაერმიუკარებლად. წარმოიქმნება ახალი ტონები (მუხის, ცხოველური ...). ახალი არომატები ხშირად ბოთლის გახსნის შემდეგაც ჩნდება.

ეს არომატები მხოლოდ დავარგების პოტენციალის მქონე ღვინოებში წარმოიქმნება ანუ სხეულიან, ხავერდოვან და მდიდარ ღვინოებში. მასში შედიან არა მხოლოდ სურნელოვანი, არამედ სხვა ნაერთების ქიმიური გარდაქმნის (ეთერიფიკაცია, ჟანგვა-აღდგენა ) პროდუქტები. აღდეჰიდებს, სპირტებსა და ბიოქიმიურ ეთერებს თითოეულს თავისი წვლილი შეაქვს ღვინის ბუკეტში.

### **ნახშირორჟანგი CO<sub>2</sub>**

ბიოქიმიური გარდაქმნის დასასრულს ღვინო გაჯერებულია CO<sub>2</sub> -ით. მისი რაოდენობა 2 გ/ლ-მდეა და დროთა განმავლობაში კლებულობს. მოქმედებს გემოვნურ თვისებებზე. მისი შეგრძნების ზღვარია 0,4-0,6 გ/ლ. იგი ღვინოს მატებს სიხალისეს, წარმოაჩენს არომატებს, აძლიერებს ტანინების გემოს, ამცირებს სიტკბოს შეგრძნებას. 1-დან 1,1 გ/ლ-მდე შეიგრძნობა მსუბუქი ჩხვლეტა ენაზე. რეკომენდებულია მცირე რაოდენობით მისი დატოვება წყნარ ღვინოებშიც. აფერხებს წითელი ღვინის დავარგებას, ამიტომ მას ნაკლებად უნდა შეიცავდეს.

ცქრიალა ღვინოებში მეორადი დუდილის დროს ბოთლში წარმოქმნილ ნახშირორჟანგს მრავალი დანიშნულება აქვს:

- იგი ანელებს ღვინის დაძველებას;



- წარმოქმნილი წნევა აგდებს საცობს, იწვევს ღვინის აქაფებას, ცქრიალს. წარმოქმნილი ქაფი ჭიქის შიდა ზედაპირზე ქაფის რგოლს ქმნის.

ცქრიალის საწყისი წერტილები, სინაზე, სიჩქარე და სიმრავლე, ასევე ქაფის რგოლის სიდიდე და მედეგობა ცქრიალა ღვინის ხარისხის მაჩვენებელია.

### **პოლისაქარიდები**

ღვინოში გვხვდება ტკბილიდან გადმოსული პექტინების ნარჩენები, ასევე საფუვრების მიერ დუღილის პროცესში თუ ავტოლიზის შედეგად გამოთავისუფლებული პოლისაქარიდები.

პექტინები ღვინის გემოვნურ თვისებებში პირდაპირ არ მონაწილეობს, მიუხედავად იმისა, რომ მათი კონდენსაციის რეაქციები ტანინებთან არბილებს ამ უკანასკნელთა სიძელგეს.

### **ცილები**

წითელ ღვინოებში ყურძნის ცილების უდიდესი ნაწილი გამოლექილია ტანინებთან ურთიერთქმედებით. თეთრ ღვინოებში ისინი მეტადაა წარმოდგენილი და ცილოვანი სიმღვრივის წარმოშობის საშიშროებას ქმნის.

დუღილის მსვლელობისას თუ მას შემდეგ საფუვრის მიერ გამოთავისუფლებული ცილები ყველა ღვინოშია წარმოდგენილი და მით მეტად, რაც მეტხანს დაყოვნდა ლექზე ღვინო.

### **ანტოციანები**

ანტოციანები, ფლავინის სტრუქტურით ხასიათდება, ანუ ჟანგბადიანი ჰეტეროციკლით დაკავშირებული ბენზინის ორი ბირთვით. მათი მოლეკულა ერთ ან რამდენიმე შაქარს შეიცავს, რის მიხედვითაც მათ მონო ან დიგლუკოზიდებს უწოდებენ. ანტოციანები მოთავსებულია ყველა ყურძნის კანში, ზოგიერთი შეფერილობიანი ჯიშის გარდა, როგორცაა მაგალითად საფერავი.

ანტოციანები ერთმანეთში თუ სხვა ნივთიერებებთან ე.წ. კოპიგმენტებთან (ფლავანოლები, კუმარინები) ქმნის კომპლექსურ ნაერთებს, რომლებიც აძლიერებს ფერს და სტაბილურს ხდის მას.

## **ტანინები**

ტანინებს ვხვდებით ყურძნის კანში, წიპწასა და კლერტში. ტანინების ბუნება მრავალფეროვანია ტანინი სხვადასხვა მონომერის პოლიმერიზაციის პროდუქტია, როგორცაა კატეხინები. ტანინების მოლეკულური ზომა ძლიერ განსხვავებულია. ყურძენში გვხვდება მონომერები, დიმერები, ტრიმერები, ოლიგომერები და პოლიმერები. ტანინები რეაქციაში შედის ნერწყვის ცილასთან, ეს უკანასკნელი კარგავს ცხიმოვან თვისებებს, რაც განაპირობებს პირის გამოშრობის შეგრძნებას, ანუ სიმწკლარტეს ან სიძეგლეს იწვევს. სიმწკლარტის შეგრძნება დამოკიდებულია ტანინის რაოდენობაზე, ასევე სტრუქტურაზე. რაც მეტია მოლეკულის ზომა მით ნაკლებად შედის იგი რეაქციაში ე.ი. უფრო ნაკლებია გემოვნური აგრესიულობა. წიპწის ტანინები განაპირობებს ღვინის სტრუქტურასა და სხეულს, ხოლო კანის ტანინები მნიშვნელოვნად მონაწილეობს ღვინის სირბილესა და ხავერდოვნებაში.

## **2. ექსპერიმენტული ნაწილი**

### **2.1. საანალიზო ნიმუშები**

კვლევისთვის საანალიზო ნიმუშები შევარჩიეთ განსხვავებული რეგიონის და დამზადების ტექნოლოგიის, მიხედვით; ეს ნიმუშებია :

### **ქვევრის რქაწითელი**

რქაწითელის სპეციალური მიკროზონები მდებარეობს ყვარელში და ქინძმარაულში, სადაც ხდება მაღალი ხარისხის ღვინის ტრადიციული მეთოდით წარმოება.

მიღებული მოსავალი იწურება და ხდება ქვევრში გადატანა. პროცესში არ გამოიყენება ქიმიური დანამატები. ფერმენტაციის პროცესი მიმდინარეობს ტემპერატურის რეგულირების გარეშე. 4-5 თვის განმავლობაში, რის შემდეგაც ხდება მისი მუხის კასრებში გადატანა 1 წლით.

## **ციცქა -ცოლიკოური**

ზემო იმერეთში ყველზე გავრცელებული ღვინოა. ერთად ჩაწურული ეს ორი ყურძენი ხშირად საუკეთესო შედეგებს იძლევა. მზადდება იმერული ტრადიციული მეთოდით. ამ შემთხვევაში, ყურძენს არ ასუფთავებენ კანისა და წიპწისგან, მაგრამ ასუფთავებენ ტოტებისგან. უფრო ნაკლები დროით აყენებენ, ვიდრე ეს კახური ტექნოლოგიის შემთხვევაში ხდება. ასე დამზადებულ ღვინოს უფრო თანაბარი გემო აქვს ვიდრე კახური ტექნოლოგიით დამზადებულს, ხოლო ძირითად არომატში ჩნდება სიმჟავე.

## **ასურეთული შავი**

ასურეთული შავი (შალა) – ქართლ. წითელყურძნიანი ვაზის ჯიში (ამპელ.)ჯიშს გააჩნია ფუნქციონალურად მდედრობითი ყვავილები.. ამ ვაზის ორიგინალურობა გამოიხატება იმაში, რომ ის მდედრი ჯიშისაა და აუცილებელია გაშენდეს ორსქესიან ვაზის ჯიშებს შორის. "შალა", რომელიც გერმანელი კოლონისტის ოტო შალის სახელს ატარებს, მხოლოდ ასურეთში გვხვდება. სხვა ჯიშებთან შედარებით ამ ჯიშს მრავალი უპირატესობა გააჩნია – უხვმოსავლიანია და მოწეული ყურძნიდან მოშავო–მოწითალო ფერის ჩინებული ღვინო დგება. გერმანელი ღვთისმსახურები ამ ღვინისაგან ზიარებისათვის ზედამეს ამზადებდნენ.

## **კესანე**

პირველი ქართული ცისფერი ღვინო, რომელიც რქაწითელის ყურძნისგან ევროპული ტექნოლოგიითაა დაყენებული, რომელსაც შავი ყურძნის კანში არსებული ცისფერი პიგმენტი ემატება, რაც ღვინოს გამორჩეულ ფერსა და გემოს აძლევს. ასევე გამოყენებულია ნატურალური არომატები, სხვადასხვა ხილის ტონები.ღვინის ფერის, ღია ცისფრის შექმნისა და პროდუქტის სრულყოფის მიზნით, პროცესში ევროპელი ტექნოლოგებიც იყვნენ ჩართულები.

## **ქვევრის მცვივანი**

კახური მცვივანი ქართული აბორიგენული თეთრყურძნიანი ვაზის ჯიშია. იგი ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული ვაზის ჯიში იყო კახეთში, მაგრამ ფილოქსერას გავრცელების შემდეგ მისმა ნარგავებმა მკვეთრად იკლო. დღეს, პროდუქციის მაღალი ხარისხის გამო, ჯიშისადმი ინტერესი კვლავ იზრდება და კახეთში მისი გაშენება თავიდან დაიწყო. კახური მცვივანისაგან დგება მაღალი ხარისხის ქვევრის ტიპის ღვინო.

## 2.2. ღვინის ქიმიური ანალიზისთვის გამოყენებული მეთოდები

ჩვენს მიერ ღვინის შემადგენელი სხვადასხვა კომპონენტები გაანალიზდა საერთაშორისოდ აღიარებული ქიმიურ-ფიზიკური და ფიზიკური (FTIR) მეთოდების გამოყენებით.

### 2.2.1 ქიმიურ-ფიზიკური მეთოდები

საერთაშორისოდ აღიარებული ქიმიურ-ფიზიკური მეთოდებიდან გამოვიყენეთ gost-ის მეთოდები :

#### ეთანოლის განსაზღვრისთვის ГОСТ 13191-73



ალკოჰოლური დუღილის დროს, ფერმენტები ყურძნის წვენის შაქრებს ეთანოლად გარდაქმნის. ეთანოლი კი განსაკუთრებით ორგანოლეპტიკური თვალსაზრისით ღვინის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია. ეთანოლი (ანუ ეთილალკოჰოლი) წარმოადგენს ღვინის მოცულობის 8- 17 %-ს, დასპირტვით მიღებულ სპეციალურ ღვინოებში (ბუნებრივად ტკბილი ღვინოები, მისტელები) კი აღწევს 23%-ს.

#### მეთოდის არსი

მეთოდის არსი მდგომარეობს ღვინის ნიმუშის გამოხდა - დისტილაციაში. მიღებულ დისტილატში ალკოჰოლური სიმაგრის განსაზღვრა ხდება ეთილის სპირტის სიმკვრივის მიხედვით.

**ანალიზის მსვლელობა:** ვიღებთ საანალიზო ნიმუშს 200 მლ-იან საზომ კოლბაში.(ტკბილის, შეფერილი ჭაჭის და ბრენდის შემთხვევაში 250 მლ) ვაყოვნებთ 20 °C-ზე 30 წუთით. ვასწორებთ ჭდეზე, გადაგვაქვს ერთ ლიტრიან სახდელ კოლბაში გამოხდილი წყლის 3-ჯერ გამოვლებით და ვხდით. ნახადს ვაგროვებთ იმავე საზომ კოლბაში, რომლითაც ავიღეთ თავდაპირველად (მიმღებში ვახვედრებთ 10მლ გამოხდილ წყალს). 2/3 ნახადის მიღების შემდეგ ვწყვეტთ გამოხდას, ვაყოვნებთ ისევ 20 ° C-ზე 30 წუთით. შევავსებთ ჭდემდე გამოხდილი წყლით. გადაგვაქვს 250 მლ-იან საზომ ცილინდრში და ვზომავთ სპირტომერის საშუალებით. ვაკონტროლებთ ტემპერატურას.

ანგარიში: თუ ნახადის ტემპერატურა 20 ° C-ია მაშინ ალკოჰოლს ვწერთ იმ მაჩვენებელს რაც მივიღეთ ჩაზომვისას. თუ მეტია ან ნაკლებია 20 ° C-ზე, მაშინ ვანგარიშობთ ცხრილის

გამოყენებით. ტემპერატურის და სპირტომერია მაჩვენებელის გადაკვეთის წერტილი, არის საანალიზო ღვინოში ეთილის სპირტის შემცველობა მოცულობით პროცენტებში.

### **ტიტრული მჟავიანობა ГОСТ 32114-2013**

ღვინის საერთო მჟავიანობა წარმოადგენს ღვინოში არსებული მჟავების ჯამს, რომლებიც იტიტრება ტიტრული ტუტე ხსნარით (NaOH 0,1 N ხსნარი) .

ტიტრული მჟავიანობა სხვადასხვა ღვინოში სხვადასხვაა. იგი დამოკიდებულია ყურძნის ადგილწარმოშობაზე, ჯიშზე, მევენახეობასა და მეღვინეობაში გამოყენებულ მეთოდებზე და მოსავლის წელზე. ღვინოებში, რომლებშიც ვაშლ-რძემჟავური დუღილი არ განხორციელებულა, იგი მცირედ განსხვავდება ყურძნის მჟავიანობისაგან. ალკოჰოლური დუღილის დროს საფუვრების მიერ დაშლილი ვაშლმჟავა და გამოლექილი ღვინომჟავას მარილები უმრავლეს შემთხვევაში კომპენსირდება ახალი მჟავების წარმოქმნით.

**ანალიზის მსვლელობა:** ვიღებთ 20 ° C –ზე მიყვანილ საანალიზო ნიმუშის 5 მლ-ს.

ვუმატებთ 25 მლ გამოხდილ წყალს. ვაცხელებთ ადუღებამდე. ვუმატებთ ინდიკატორს 4 %-იან ბრომთიმოლის ლურჯს. ვტიტრავთ 0.1 N ნატრიუმის ტუტით. მომწვანო-მოლურჯო ფერის მიღებამდე. დახარჯული ტუტის რაოდენობის მიხედვით ვანგარიშობთ საერთო მჟავიანობას.

ანგარიში:  $TA=C \times K \times 1.5$

სადაც :

C – არის გატიტვრაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობა.

K – არის 0.1 N NaOH- ის ტიტრი.

1.5 არის ღვინის მჟავაზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

საერთო სიმჟავის განზომილებაა გ/ლ.

### **აქროლადი მჟავიანობა ГОСТ 13193-73**

აქროლადი მჟავიანობა წარმოადგენს ძმარმჟავას რიგის ცხიმოვანი მჟავების ერთობლიობას. წარმოდგენილია თავისუფალი ან მარილების სახით. მისი ძირითადი შემადგენელია ძმარმჟავა, რომელსაც თან ახლავს მცირე რაოდენობით პროპიონისა და ბუტირის მჟავები.

მქროლავი მჟავიანობა, განსაკუთრებით ღვინის შენახვის დროს, შეიძლება გაიზარდოს. იგი მცირედ მატულობს, თუმცა შეიძლება პათოგენური მიკროორგანიზმების (ძმარმჟავა და რძემჟავა ბაქტერიები, საფუვრები) მიერ ეთანოლისა და სხვა ნივთიერებების გარდაქმნის შედეგად საგრძნობლად გაიზარდოს. მქროლავი მჟავიანობა - ღვინის სისალის თერმომეტრს წარმოადგენს. როდესაც იგი 0,8 გ.ლ-1 -ს გადააჭარბებს, ღვინო დაავადებულად ითვლება. მეთოდის არსი : მქროლავი მჟავების მიღება ხდება გადადენით (გამოხდით) და შემდეგ იტიტრება 0,1 M ნატრიუმის ტუტის ხსნარით ფენოლფტალეინის თანაობისას.

**ანალიზის მსვლელობა:** ვილებთ 10 მლ 20 ° C –ზე მიყვანილ საანალიზო ნიმუშს.

ვათავსებთ მათიეს კოლბაში. კოლბას მოვარგებთ რეზინის საცობზე რომელიც 2 ადგილას არის გახვრეტილი. ერთ ადგილას ჩაშვებულია ბიურეტი, რომელიც შევსებულია ცხელი გამოხდილი წყლით, მეორე ადგილას ჩაშვებული უკუმაცივარის გადამყვანი მილი. ვადულებთ ნიმუშს. 25 მლ-იან მენზურაში ვაგროვებთ ნახადს. ყოველი 6 მლ-ის გამოხდის შემდეგ ბიურეტიდან ვუმატებთ 6 მლ ცხელ გამოხდილ წყალს მანამ სანამ არ მივიღებთ მენზურაში 24 მლ ნახადს. მიღებული ნახადი გადაგვაქვს 100 მლ-იან კონუსურ კოლბაში ვუმატებთ 2-3 წვეთ ინდიკატორს -1 %-იან ფენოფტალეინს სპირტხსნარს. ვტიტრავთ 0.1 N ნატრიუმის ტუტით. ღია ვარდისფერის მიღებამდე. დახარჯული ტუტის რაოდენობის მიხედვით ვანგარიშობთ აქროლად მჟავიანობას. ანგარიში:  $VA=C \times K \times 0.66$

სადაც :

C – არის გატიტვრაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობა.

K – არის 0.1 N NaOH- ის ტიტრი.

0.66 არის ძმარმჟავაზე გადასანგარიშებელი კოეფიციენტი.

აქროლადი მჟავიანობის განზომილება არის გ/ლ.

### **რედუცირებული შაქრები ГОСТ 13192-73**

მელვინეობაში შაქარი ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს. იგი მრავალი ღვინის შემადგენლობაში შედის და განსაზღვრავს ღვინის ტიპს.

რედუცირებულ ნაერთებს მიეკუთვნება ყველა შაქარი, რომელიც შეიცავს კეტონურ და ალდეჰიდურ ჯგუფებს და ახასიათებთ აღმდგენი მოქმედება სპილენძის მარილის ტუტთან ხსნართან.

**ანალიზის მსვლელობა:** ვილებით 20 ° C -ზე მიყვანილ საანალიზო ნიმუშს 5 მლ-ს.

ვათავსებთ 100მლ-იან საზომ კოლბაში და ვავსებთ ჭედმდე გამოხდილი წყლით. შემდეგ განზავებულ ნიმუშიდან ვილებით 20 მლ-ს გადაგვაქვს 250მლ-იან ერლნმეიერის კოლბაში.

სადაც წინასწარ ჩასხმული გვაქვს 20 მლ ფელინგი I და 20 მლ ფელინგი II . მიღებულ

ნერევს ვდგამთ ელექტრო ქურაზე და ველოდებით წამოდულებას, პირველი

წამოდულებიდან ვინიშნავთ სამ წუთს. დროის გასვლის შემდეგ

გადმოვდგავთ ნარევს და ვფილტრავთ ალინის მილით ( ჩაყრილია აზბესტი) ერთ

ლიტრიან ბუნზენის კოლბაში. შემდეგ სამჯერ გამოვავლებთ ადულებულ

გამოხდილ წყალს და აზბესტზე დარჩენილი ნივთიერება გადაგვაქვს 500 მლ-იან

კოლბაში ვამატებთ 20 მლ რკინა ამონიუმის შაბის ხსნარს და ვურევთ რათა

გამოვრეცხოთ აზბესტიდან ნალექი. კოლბას 2 ჯერ კიდევ ვავლებთ ადულებულ

გამოხდილ წყალს მიღებულ მომწვანო სითხეს ვტიტრავთ 0.1N KMnO<sub>4</sub> -ით ღია

ვარდისფერის მიღებამდე.

ანგარიში :  $RS = C \times K$  -ნახევრად მშრალი და ნახევრად ტკბილი ღვინოებისთვის.

$RS = C \times K \times 6.36$  - მშრალი ღვინოებისთვის.

მიღებულ რიცხობრივ მაჩვენებელს ვნახულობთ სპეციალურ ცხრილში.

სადაც

RS - ნარჩენი შაქარი.

C - გატიტვრაზე დახარჯული 0.1N KMnO<sub>4</sub> - ის რაოდენობა მლ-ებში.

K – 0.1N KMnO<sub>4</sub> – ის ტიტრი.

6.36 - გადამყვანი კოეფიციენტი.

შაქრის განზომილება არის გ/ლ.

**pH (HANNA Instruments HI 222)**

pH-ის ზუსტი გაზომვა შესაძლებელია პოტენციომეტრული (იონმეტრული) მეთოდით.

ამ მიზნით იყენებენ სპეციალური მინისგან დამზადებულ ელექტროდს, რომლის

პოტენციალი დამოკიდებულია ხსნარში H<sup>+</sup>-იონების კონცენტრაციაზე. ხელსაწყოს (pH-

მეტრი) ელექტრონული სქემის მეშვეობით ხდება ელექტროდზე აღძრული პოტენციალის

გაძლიერება, გაზომვა და pH-ზე გადათვლა. pH-მეტრზე მუშაობის წესები მოცემულია ხელსაწყოს თანმხლებ ინსტრუქციებში.

### **გოგირდის განსაზღვრის Ripper-ის მეთოდი (DOC316.52.93088)**

#### **SO<sub>2</sub>- Matic 23**

სულფიტაცია ეწოდება ყურძნის ტკბილში თუ ღვინოში გარკვეული რაოდენობით გოგირდის დიოქსიდის (SO<sub>2</sub>) შეტანას. სულფიტაციის მიზანია - დაღვინების პროცესის კარგად წარმართვა და ღვინის სწორად შენახვა. სულფიტაცია ხორციელდება როგორც დაღვინებისას, ისე ღვინის შენახვისას. გოგირდის ორჟანგს ორი ძირითადი ფუნქცია აქვს: არის ბაქტერიების საწინააღმდეგო ანტიმიკრობული საშუალება და მოქმედებს, როგორც ანტიმჟანგავი. სულფიტების შერევა სასმელის წარმოების ნებისმიერ ეტაპზეა შესაძლებელი. ამისთვის იყენებენ ფხვნილის სახითაც და აიროვან მდგომარეობაშიც. ზოგიერთი მევენახე ვაზს აფრქვევს, როგორც სოკოვანი დაავადებების საწინააღმდეგო საშუალებას. ამ მეთოდს ორგანულ მეღვინეობაშიც მიმართავენ.

ღვინის წარმოების ტექნოლოგიურ ჯაჭვში გოგირდის ორჟანგის გამოყენება ოთხ ძირითად ეტაპზე ხდება:

**მოსავლის კრეფისას** - ფხვნილის ან აირის სახით დამჟავების თავიდან ასაცილებლად და ველური საფუარის მოქმედების შესაჩერებლად. მევენახე თავისუფლად ასწრებს მოკრეფილი ყურძნის მარანში მიტანას მანამ, სანამ დუღილის პროცესი დაიწყება.

**წნევის პროცესში**- რათა შეაჩერონ დუღილი და სასმელი ნატურალური საფუარის მოქმედებისაგან დაიცვან. მოგვიანებით ყურძნის წვენს ხელოვნურ საფუარს ამატებენ, რომელიც გოგირდის ორჟანგის მიმართ გაცილებით მდგრადია.

**ფერმენტაციისას**- დუღილის ნებისმიერ მომენტში. ჩვეულებრივ, გოგირდის ნაერთს სასმელს ბოლო სტადიაზე ამატებენ ფერმენტაციის შესაჩერებლად ან რძემჟავა დუღილის თავიდან ასაცილებლად.

**ბოთლებში ჩამოსხმისას**- დამჟავების ან სხვა არასასურველი მიკრობიოლოგიური პროცესების საწინააღმდეგოდ. ყოველთვის არსებობს საფრთხე, რომ ბოთლში ხელმეორედ დაიწყოს დუღილი.

**თავისუფალი და მიერთებული**



სულფიტები, როგორც დუღილის პროცესის ერთ-ერთი გვერდითი პროდუქტი, ღვინოში ყოველთვის არსებობს. ის სასმელიც კი, რომელიც ოფიციალურად არასულფიტურადაა მიჩნეული, ლიტრზე 10მგ-ს შეიცავს.

საინტერესოა, რომ სასარგებლო, ანუ ანტიოქსიდანტის ფუნქციას ღვინოში დამატებული გოგირდის დიოქსიდის მხოლოდ ერთი ნაწილი ასრულებს და მას "თავისუფალს" უწოდებენ. მეორე ნაწილი, ე.წ. "მიერთებული" - სხვა ელემენტებს უერთდება და ნაკლებად სასარგებლოა. ღვინის სწორი ტექნოლოგია სასმელში თავისუფალი დიოქსიდის მაქსიმალურ დონეს ითვალისწინებს, რაც შემდგომში სასურველ რეაქციებს განაპირობებს.

მეთოდი დამყარებულია გოგირდის დიოქსიდისა და იოდის შორის რედოქს რეაქციას:  
$$\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HI}$$

Ripper მეთოდის თანახმად, თავისუფალი SO<sub>2</sub> პირდაპირ ტიტრირდება მჟავე გარემოში (ნიმუშს ემატება გოგირდმჟავა).

საერთო SO<sub>2</sub> არის თავისუფალი SO<sub>2</sub> და კომბინირებული SO<sub>2</sub>-ის ჯამი. ჰიდროლიზი ამ უკანასკნელს ათავისუფლებს ტუტე გარემოში.

გოგირდმჟავას დამატებამდე ნიმუშს ემატება ნატრიუმის ჰიდროქსიდი). შემდეგ, იოდის ხსნარი ემატება პოტენციალამდე იზომება წვეთები უეცრად, რაც ექვივალენტურობას შეესაბამება.

**ანალიზის მსგელობა:** თავისუფალი გოგირდის დიოქსიდის განსაზღვრა -ვიღებთ 20 °C -ზე მიყვანილ საანალიზო ნიმუშს 10 მლ-ს. ვათავსებთ სპეციალურ კონტეინერში რომელშიც წინასწარ მოთავსებული არის მაგნიტური სარეველა და KI (კალიუმის იოდიდს ვიღებთ შპატელის წვერით, მცირე რაოდენობას დაახლოებით 0.2 გ) ვდგამთ ხელსაწყოში ელექტროდის ქვეშ, ელექტროდს ვათავსებთ კონტეინერში ისე რომ ელექტროდის ნიშნული წარწერით FREE გაუთანაბრდეს კონტეინერის პირს. აპარატზე ვირჩევთ შესაბამის დილაკს FREE SO<sub>2</sub> და ვაჭერთ დილაკს OK. აპარატი ავტომატურად ამატებს 25%-იან H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> და ტიტრავს 0.01M - იოდის სტანდარტული ხსნარით. დაახლოებით ერთი წუთის შემდეგ შედეგი გამოჩნდება ეკრანზე.

საერთო გოგირდის დიოქსიდის განსაზღვრა: - ვიღებთ 20 °C -ზე მიყვანილ საანალიზო ნიმუშს 10 მლ-ს. ვათავსებთ სპეციალურ კონტეინერში რომელშიც წინასწარ მოთავსებული არის მაგნიტური სარეველა და KI (კალიუმის იოდიდს ვიღებთ შპატელის წვერით, მცირე რაოდენობას დაახლოებით 0.2 გ) ვდგამთ ხელსაწყოში ელექტროდის ქვეშ, ელექტროდს

ვათავსებთ კონტეინერში ისე რომ ელექტროდის ნიშნული წარწერით TOTAL გაუთანაბრდეს კონტეინერის პირს. აპარატზე ვირჩევთ შესაბამის დილაკს TOTAL SO<sub>2</sub> და ვაჭერთ დილაკს OK. აპარატი ავტომატურად ამატებს 4M NaOH-ს. რეაქცია მიმდინარეობს 5 წუთი. 5 წუთის შემდეგ აპარატი ავტომატურად ამატებს 25%-იან H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> და ტიტრავს 0.01M - იოდის სტანდარტული ხსნარით. შედეგი გამოჩნდება ეკრანზე. გოგირდის დიოქსიდის განზომილება არის მგ/ლ.

### 2.2.2 ფიზიკური მეთოდი- ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტროსკოპია

ფიზიკური მეთოდებიდან გამოვიყენეთ ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდი.

ინფრაწითელი გამოსხივების ენერგია შეესაბამება მოლეკულაში რხევით ენერგეტიკულ დონეებზე გადასვლის ენერგიას. თუ მოლეკულა შთანთქავს ინფრაწითელ უბანში, მაშინ ამ დროს ადგილი აქვს რხევითი ენერგეტიკული დონეების აღზნებას, რაც ნიშნავს მოლეკულაში შემავალი ატომების მექანიკური რხევების ანუ ე.წ. მოლეკულური რხევების აგზნებას. მოლეკულური რხევები, რომლებიც სრულდება ატომების შემაერთებელი ბმის გასწვრივ, წარმოადგენს ვალენტურ რხევებს. თუ მოლეკულური რხევების დროს ხდება მოლეკულაში სავალენტო კუთხის ცვლილება, მაშინ ადგილი აქვს დეფორმაციულ რხევებს. ვალენტური რხევები, თავის მხრივ, შეიძლება იყოს სიმეტრიული (vs) ან ასიმეტრიული (vas). ინფრაწითელ სპექტრში ასიმეტრიული რხევების შესაბამისი შთანთქმის ზოლები უფრო ინტენსიურია, ვიდრე შესაბამისი სიმეტრიული რხევების შთანთქმის ზოლები. ამის საწინააღმდეგო სურათი გვაქვს კომბინაციური განზნევის სპექტრში. ვალენტური და დეფორმაციული რხევები წარმოადგენს ნორმალურ რხევებს.

ინფრაწითელ გამოსხივებას შთანთქავენ მხოლოდ ის მოლეკულები, რომელთა რხევის დროს ელექტრული დიპოლური მომენტი იცვლება. აქედან გამომდინარეობს, რომ ჰომობირთვული ორატომიანი მოლეკულები არ იძლევიან სიგნალს ინფრაწითელ უბანში, ხოლო ჰეტერობირთვული ორატომიანი მოლეკულები „აქტიურნი არიან“ ინფრაწითელი გამოსხივების მიმართ. ეს არის ინფრაწითელი სპექტროსკოპიაში შერჩევის პირველი წესი.

შერჩევის მეორე წესის თანახმად, მოლეკულისთვის, რომელიც შთანთქავს ინფრაწითელ უბანში, სრულდება შემდეგი პირობა:  $\Delta v = +1$ . ეს იმას ნიშნავს, რომ მოლეკულისთვის დასაშვებია მხოლოდ უახლოეს რხევით ენერგეტიკულ დონეებზე გადასვლა. თუმცა არ არის

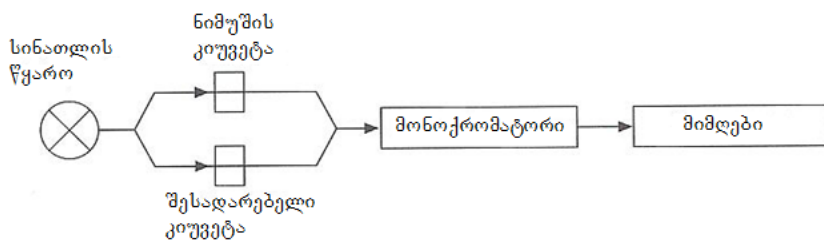
გამორიცხული  $\Delta v=+2$  გადასვლებიც.  $v=0$  რხევითი ენერგეტიკული მდგომარეობიდან  $v=2$  რხევით ენერგეტიკულ მდგომარეობასი გადასვლა ინფრაწითელ სპექტრში აღიწერება ე.წ. პირველი ობერტონით. მისი სიხშირე თითქმის ორჯერ მეტია, ვიდრე ძირითადი გადასვლის ( $v=0 \rightarrow 1$ ) სიხშირე, თუმცა ინტენსივობა გაცილებით მცირეა ძირითადი გადასვლის ინტენსივობასთან შედარებით.

### ინფრაწითელი სპექტრის უბნები

ინფრაწითელი გამოსხივების სპექტრალურ უბანში გამოყოფენ სამ ქვეუბანს:

1. ახლო ინფრაწითელი უბანი, რომელიც ახლოს ძვეს ხილულ სპექტრალურ უბანთან  $v=12500 \text{ სმ}^{-1} - 4000 \text{ სმ}^{-1}$ .
2. საშუალო ინფრაწითელი უბანი, რომელსაც დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. თანამედროვე ხელსაწყოებით ძირითადი გაზომვები სწორედ ამ უბანში ხორციელდება.  $v=4000 \text{ სმ}^{-1} - 200 \text{ სმ}^{-1}$ .
3. შორეული ინფრაწითელი უბანი, სადაც თითქმის აღარ ხდება რხევითი ენერგეტიკული დონეების ალგუნება. აქ ძირითადად ადგილი აქვს ბრუნვით გადასვლებს.  $v=200 \text{ სმ}^{-1} - 20 \text{ სმ}^{-1}$ .

ინფრაწითელ სპექტროსკოპიაში ძირითადად გამოიყენება ორი ერთმანეთისგან ფუნდამენტურად განსხვავებული ტიპის სპექტრომეტრი, როგორცაა ორსხივიანი დისპერსიული სპექტრომეტრი და ფურიე-გარდაქმნის ინფრაწითელი (FT-IR) სპექტრომეტრი.



ასე გამოიყურება ორსხივიანი სპექტრომეტრი. ორსხივიან ინფრაწითელ სპექტრომეტრში ინფრაწითელი გამოსხივება სარკის საშუალებით იყოფა ორ სხივად. ერთი სხივი (საანალიზო სხივი) გადის საანალიზო კიუვეტაში, რომელშიც საკვლევი ნივთიერებაა მოთავსებული. ხოლო მეორე სხივი (შესადარებელი სხივი) - შესადარებელ კიუვეტაში. ნიმუშში გავლის შემდეგ საანალიზო და შესადარებელი სხივი მბრუნავი სარკის საშუალებით მორიგეობით

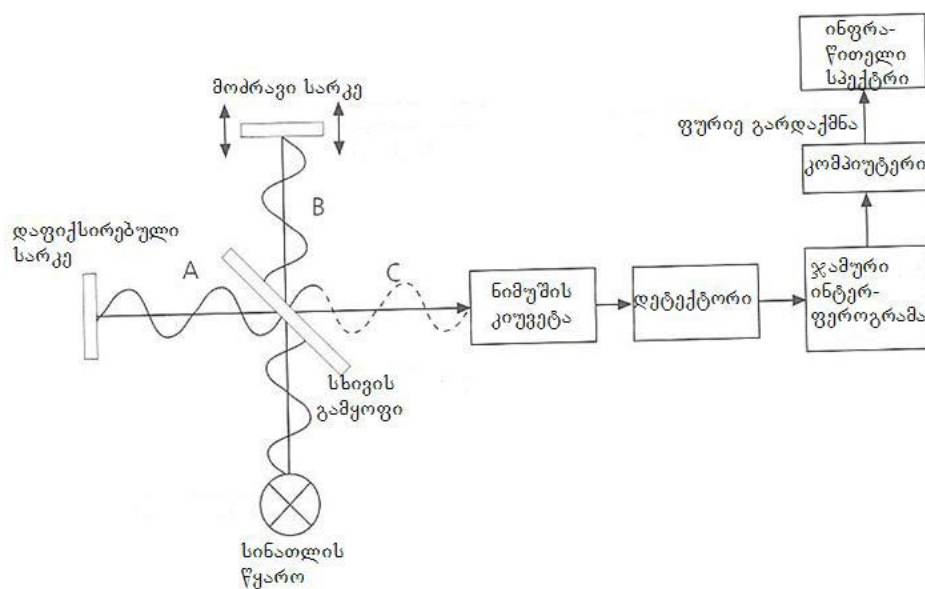
ეცემა მონოქრომატორს. მონოქრომატორი წარმოადგენს პრიზმას ან დიფრაქციულ მესერს და ახდენს პოლიქრომატული გამოსხივების დაშლას ტალღის სიგრძეების მიხედვით.

ინფრაწითელი სპექტრი წარმოადგენს ნიმუშის მიერ შთანთქმული გამოსხივების ინტენსივობის დამოკიდებულებას ტალღურ რიცხვზე.

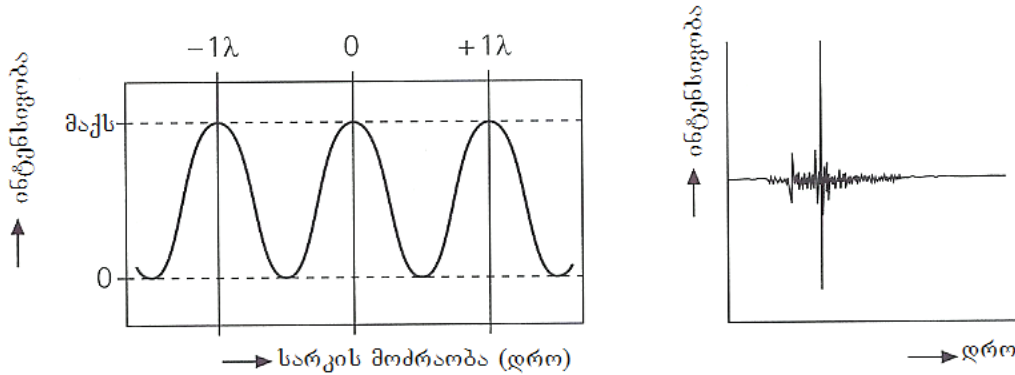
რაც შეეხება ფურიე-გარდაქმნის სპექტროფოტომეტრს ორსხივიანი სპექტრომეტრისგან განსხვავებით, ასეთი ტიპის სპექტრომეტრის საშუალებით რეგისტრირდება ნიმუშის მიერ გაშვებული (არა შთანთქმული) გამოსხივების ინტენსივობის დამოკიდებულება დროზე. ასეთ დიაგრამას ეწოდება ინტერფეროგრამა.

ფურიე-გარდაქმნის სპექტრომეტრის უმთავრეს ნაწილს წარმოადგენს მიხელსონის ინტერფერომეტრი (არსებობს სხვა ტიპის ინტერფერომეტრებიც, თუმცა ყველა მათგანის მოქმედების პრინციპი ერთნაირია). ინტერფერომეტრი განლაგებულია სინათლის წყაროსა და ნიმუშს შორის. იგი შედგება სამი ნაწილისგან: მოძრავი სარკე, უძრავი სარკე და სხივის გამყოფი.

სინათლის წყაროდან მიღებული გამოსხივება სხივის გამყოფით (KBr-ის ან CsI-ის თხელი ფირფიტა, რომელიც დაფარულია გერმანიუმით) იშლება ორ ნაკადად. ერთი ნაკადი (A) ეცემა უძრავ სარკეს და აირეკლება. მეორე ნაკადი (B) აირეკლება მოძრავი სარკით. C უბანში ხდება არეკლილი A და B სხივების ზედდება.



ზედღების პროცესში გამოსხივების ყოველი სიგრძის ტალღისთვის არსებობს ორი ზღვრული სიტუაცია:



1. თუ მოძრავი და უძრავი სარკეებიდან არეკლილ სხივებს შორის ფაზათა სხვაობა ნულის ტოლია (სარკეები თანაბრად დაშორებული სხივის გამყოფიდან) ან მთელი რიცხვის ჯერადია ( $1\lambda, 2\lambda, \dots$ ), მაშინ C უბანში ხდება ტალღების შეკრება და მიიღება მაქსიმალური ინტენსივობის ტალღა (კონსტრუქციული ინტერფერენცია);
2. თუ ფაზათა სხვაობა შეადგენს  $\pm(m+1/2)\lambda$ , სადაც m ნატურალური რიცხვია, მაშინ ტალღები ასუსტებენ ერთმანეთს და მიიღება მინიმალური ინტენსივობის ტალღა (დესტრუქციული ინტერფერენცია).

სხივის გამყოფის მიმართ შესაძლებელია მოძრავი სარკის გადაადგილება, რაც არეკლილ სხივებს შორის აღძრავს ფაზათა სხვაობას და შესაბამისად კონსტრუქციულ და დესტრუქციულ ინტერფერენციას. ზედღებული გამოსხივების (C უბანი) ყოველი სიგრძის ტალღის ინტენსივობა დამოკიდებულია სარკის მდებარეობაზე დროის მოცემულ მომენტში.

ამრიგად, ინტერფერომეტრით მიღებული გამოსხივების ყოველი ტალღის ინტენსივობა წარმოადგენს დროის და არა სიხშირის ფუნქციას. ასეთ ტალღას ეწოდება მუდულირებული ტალღა, ხოლო პროცესს, რომელიც სიხშირეზე დამოკიდებულ სისტემას გარდაქმნის დროზე დამოკიდებულ სისტემად - მოდულაცია.

ფურიე-გარდაქმნის სპექტრომეტრი წარმოადგენს ერთსხივიან ინსტრუმენტს. შესადარებელი და საკვლევი ნიმუში მოთავსებულია სპეციალური მოწყობილობის დამჭერებში. ამ მოწყობილობის ჰორიზონტალური გადაადგილებით (ზევით და ქვევით)

გამოსხივება მორიგეობით ეცემა ხან საანალიზო და ხან შესადარებელ კიუვეტას. შესაბამისი სპექტრები რეგისტრირდება ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად.

ანალიზის დროის დასხივება ხდება მრავალჯერ. თითოეულ დასხივებას შეესაბამება თითო ინტერფეროგრამა. ამ შედეგების საშუალებით მიღებული ინტერფეროგრამის გარდაქმნა ჩვეულებრივ ინფრაწითელ სპექტრად (ინტენსივობის დამოკიდებულება ტალღურ რიცხვზე) სრულდება ფურიე-ტრანსფორმაციით (FT), რომელიც მოდულაციის საპირისპირო პროცესს წარმოადგენს. ამრიგად ფურიე-გარდაქმნის სპექტრომეტრით მიღებული საბოლოო სპექტრის ყოველი წერტილი გამოთვლილია ანალიზის მანძილზე დაგროვებული შედეგებიდან გამომდინარე, რაც განაპირობებს გაზომვის მაღალ სიზუსტეს.

მოდრავი სარკის რხევის სიჩქარის მუდმივობა კონტროლირდება სიგნალით, რომელსაც იძლევა ჰელიუმ-ნეონის ლაზერული სხივი. ეს სხივიც, ისევე როგორც ინფრაწითელი გამოსხივება, მოდულირდება მიხელსონის ინტერფერომეტრით. მისი დეტექტირება ხდება დამატებითი დეტექტორით და მიიღება ინტერფეროგრამა, ანუ ლაზერის სხივის ინტენსივობის დამოკიდებულება დროზე. რამდენადაც ლაზერული გამოსხივება მონოქრომატულია, ამიტომ მისი კოსინუსოიდური სპექტრი რეგულარულია. სპექტრის რეგულარულობის დარღვევა (შევიწროვება ან გაფართოვება) მიუთითებს მოძრავი სარკის რხევის სიჩქარის ცვლილებებზე, რაც აუცილებლად უნდა იქნას აღმოფხვრილი, რადგან ფურიე-გარდაქმნის სპექტრომეტრით ზუსტი შედეგები მიიღება მხოლოდ სარკის მოძრაობის სიჩქარის მუდმივობის პირობებში. სწორედ ასეთ პირობებში შეიძლება ლაზერის, როგორც შინაგანი სტანდარტის სპექტრის გამოყენებით დროის იმ მომენტის დადგენა, როცა მოხდა ნიმუშის დასხივება. ლაზერის რეგულარული სპექტრიდან ადვილად შეიძლება გადამოწმდეს ლაზერული გამოსხივების ტალღის სიგრძე შემდეგი ფორმულით:

$$N\lambda=2d,$$

სადაც, N არის სპექტრის მაქსიმუმების რიცხვი, რომელიც მოძრავი სარკის d განარბენს შეესაბამება.

ფურიე-გარდაქმნის ინფრაწითელ სპექტროსკოპიას სამი ძირითადი უპირატესობა გააჩნია:

1. ანალიზის მცირე დრო;

პროცესი მთლიანად ავტომატიზირებულია. საკმარისი რაოდენობის ინტერფეროგრამის მიღება და მათი გასაშუალება მოითხოვს რამდენიმე წამს ( $\approx 20$  ინტერფეროგრამა წამში).

შემდეგ ფურიე-ტრანსფორმაციით მიმდინარეობს გასაშუალებული ინტერფეროგრამის გარდაქმნა ინფრაწითელ სპექტრად. ანალიზის საერთო დრო შეადგენს  $\approx 1$  წუთს (დაბალი გარჩევითობის რუტინული ინფრაწითელი სპექტრის გადაღება შეიძლება რამდენიმე წამში).

2. მაღალი მგრძობიარობა;

ფურიე-გარდაქმნის სპექტროსკოპიაში გამოსხივების ენერგია მაქსიმალურად მოიხმარება. მიხელსონის ინტერფერომეტრი მოიცავს მხოლოდ ერთ მოძრავ კომპონენტს (მოძრავი სარკე) და გამოსხივების დისპერსიის ან ფილტრაციის გამო მისი ენერგია არ იკარგება.

3. ტალღური რიცხვების რეგისტრაციის სიზუსტე;

სარკის მოძრაობის სიჩქარის ლაზერით კონტროლირება და ლაზერის შინაგან სტანდარტად გამოყენება განაპირობებს გაზომვის მაღალ სიზუსტეს ( $0,02\text{სმ}^{-1}$ ). დღესდღეისობით მიღწეულია გარჩევითობა  $0,001\text{სმ}^{-1}$ .

ფურიე-გარდაქმნის სპექტროსკოპიაში გამოიყენება სწრაფი რეაგირების დეტექტორები, როგორცაა პიროელექტრული დეტექტორი და ნახევარგამტარული ფოტოელემენტი.

პიროელექტრული დეტექტორი შეიცავს პიროელექტრულ მასალას, რომელიც მჭიდროდ არის მოთავსებული ელექტროდებს შორის (ერთ-ერთი ელექტროდი უნდა იყოს ინფრაწითელ უბანში გამჭვირვალე).

პიროელექტრული დეტექტორი წარმოადგენს სითბურ დეტექტორს. იგი ინფრაწითელი გამოსხივების სითბურ ენერგიას გადრეკმნის ელექტროენერგიად.

პიროელექტრულ მასალად გამოიყენება ტრიგლიცინსულფატი (TGS), დეიტერირებული L- ალანინ ტრიგლიცინსულფატი (DLATGS), ლითიუმის ტანტალატი ( $\text{LiTaO}_3$ ), მინერალური და კერამიკული მასალა. გამოიყენება აგრეთვე ბიოლოგიური ნივთიერება, როგორცაა კოლაგენი და სხვ. (TGS) და (DLATGS) გამოირჩევა მაღალი ეფექტურობით, თუმცა ჰიგროსკოპული ბუნების და დაბალი კიურის ტემპერატურის გამო\* ( $\approx 49^\circ\text{C}$ ), მათი გამოყენება გარკვეულად შეზღუდულია. ლითიუმის ტანტალატის კიურის ტემპერატურა შედარებით მაღალია.

განსაკუთრებით მაღალი მგრძობიარობით ხასიათდება ნახევარგამტარული ფოტოელემენტი. თუმცა ასეთი მაღალი მგრძობიარობა ხშირად მიიღწევა მხოლოდ დაბალ ტემპერატურებზე, რაც დეტექტორის მნიშვნელოვან ნაკლს წარმოადგენს. ფოტოელემენტის რეაქციის სისწრაფე 2-5-ჯერ აღემატება პიროელექტრული დეტექტორის სისწრაფეს.

განსხვავებით თერმული დეტექტორებისგან, ფოტოელემენტში ხდება ფოტონის ენერჯის გარდაქმნა ელექტრულ ენერჯიად. იგი წარმოადგენს ნახევარგამტარს. თუ ფოტონის ენერჯია საკმარისია ელექტრონის აღზნებისთვის, მაშინ ელექტრონი იწყებს გადაადგილებას სავალენტო ზონიდან გამტარობის ზონის მიმართულებით, რაც რეგისტრირდება ელექტრული დენის სახით. ნახევარგამტარულ ფოტოელემენტებს მიეკუთვნება: ვერცხლისწყალ-კადმიუმ-ტელურიდი (MKT), ტყვიის სელენიდი (PbSe), ინდიუმის ანტიმონიდი (InSb) და სხვ. მიუხედავად რიგი უპირატესობებისა, ასეთი დეტექტორები თერმულ დეტექტორებთან შედარებით ნაკლებად გამოიყენება, რადგან ისინი ეფექტურნი არიან ტალღის სიგრძეების ვიწრო დიაპაზონში.

### 2.2.3 გამოყენებული ხელსაწყო

FTIR სპექტროსკოპია არის არადექსტუქციული ტექნიკა, რომელიც უზრუნველყოფს სტრუქტურულ ინფორმაციას ნაერთების დიდი სპექტრის მოლეკულურ მახასიათებლებზე. მისი მთავარი უპირატესობაა სიჩქარე, ავტომატიზაციის მაღალი ხარისხი, საშუალო გარჩევადობა, და ხარჯების ეფექტურობა.

ღვინის-პროდუქტის მონიტორინგი მუდმივია და მოითხოვს პროცესის კონტროლს ყურძნის სიმწიფიდან მზა პროდუქტის ჩამოსხმამდე.

პირდაპირი სპექტროსკოპიული გაზომვა კარგად შეეფერება ამ კონტექსტს, რადგან რამდენიმე ნაერთის სწრაფი და ერთდროული ანალიზის საშუალებას იძლევა სინჯის მომზადებით და რეაგენტით.

კვლევისთვის გამოვიყენეთ FTIR პრინციპზე დამყარებული დანიური კომპანიის FOSS-ის წარმოების ხელსაწყო WineScan™SO2. რომელიც 1999 წლიდან შემოვიდა ღვინის ინდუსტრიაში. წლების განმავლობაში, WineScan-მა დაადასტურა მისი მნიშვნელობა ღვინის ქარხნებისა და ანალიტიკური ლაბორატორიებისთვის. ის უზრუნველყოფს მეღვინეობის მთელი პროცესის სრულ კონტროლს ყურძნის მოსავლიდან დამთავრებამდე.

მისი ძირითადი უპირატესობებია : 30 კრიტიკული მნიშვნელობის ანალიზი 1 წუთში დაბალი ღირებულება თითო ნიმუშზე - არ არის საჭირო ძვირადღირებული რეაგენტები FOSS მონაცემთა ბაზა, რომელიც მოიცავს 150 000-ზე მეტ ნიმუშს თავისუფალი და საერთო გოგირდის დიოქსიდის განსაზღვრის შესაძლებლობა 1 წუთში.



პრინციპი მარტივია, ხელსაწყო სრულიად ავტომატიზირებულია, აღჭურვილია დეიტერირებული ტრიგლიცინის სულფატის პიროელექტრული IR დეტექტორით, და მისი დაკალიბრების პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც დაფუძნებულია PCA და PLSR შექმნილია სპეციალურად ყურძნისა და ღვინის ანალიზისთვის.

ჩამწერად გამოყენებულია FossIntegrator-ის პროგრამა, რომელიც გამოირჩევა სიმარტივით და ინფორმატიულობით.

#### 2.2.4 გამოყენებული რეაქტივები

WineScan ხასიათდება მინიმალური რეაქტივების დანახარჯებით :

პირველ რიგში ხელსაწყოს გამართული მუშაობისთვის საჭიროა მისი ორი რეაქტივი :

1. Cleaning Agent- გასასუფთავებელი აგენტი, რომელიც სახელწოდებიდან გამომდინარე ასრულებს ხელსაწყოს გასუფთავებას, აქ იგულისხმება ნიმუშის კაპილარები და კიუვეტი, რომელშიც ტარდება სითხე, მიწოდება ხდება კონცენტრირებულ ფორმაში 100 მლ კონტეინერებში, რათა განზავდეს 1 და 2.5% ხსნარებში, მჟავასთან კონტაქტისას ხდება ქლორის გამოთავისუფლება გაზის სახით, რომელიც ტოქსიკურია. დანიის ხელისუფლებამ დაადგინა ქლორის გაზის ზღვარი სამუშაო სივრცეში 0.25 ppm (0.75 მგ / მ<sup>3</sup>). ამ მნიშვნელობას მიაღწევს, როდესაც დასუფთავების აგენტის დიდი რაოდენობა შემთხვევით შერეულია მჟავასთან.

2. Zero Solution- ნულოვანი სითხე: ნულოვანი პარამეტრი დაფუძნებულია ჰაერზე, რომელიც მიმოქცევაშია აირის დინების სისტემაში, მაშინ როცა, ნულოვანი სითხე შეჰყავთ „ვანსკენის“ კუვეტში. ნულოვანი კომპონენტები 'Z7' და 'Z8' უნდა დაემატოს ნულოვან პროდუქტს. რეკომენდირებულია საათში ერთხელ განულება.

გოგირდის მოდულისთვის საჭიროა შემდეგი რეაქტივები:

ფოსფორმჟავა 25% იანი. 1 ლ 25%-იან ფოსფორმჟავას ვუმატებთ 1 მლ ანტიქაფს.

ძირითადი ხსნარი: 1000მგ/ლ გოგირდის დიოქსიდის ხსნარი -100 ლ ეთანოლი (95%) დავუმატებთ 500 მლ დეიონიზირებულ წყალი, შემდეგ ვუმატებთ 1.483 გ ნატრიუმის ბისულფიტს (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), ვავსებთ 1ლ-მდე და კარგად ვურევთ. შემდეგ მისგან ვამზადებთ სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარს, ეთანოლის და დეიონიზირებული წყლის ნარევით, ეს საჭიროა ხელსაწყოს სიზუსტის შემოწმებისთვის.

ღვინოში სულფიტების შემცველობა და წვენი მითითებულია თავისუფალი გოგირდის

დიოქსიდად და გოგირდის დიოქსიდის სრულ რაოდენობად. თავისუფალი გოგირდის დიოქსიდი განისაზღვრება, გოგირდის დიოქსიდად, რომელიც იმყოფება მოლეკულური გოგირდის დიოქსიდის, ბისულფიტისა და სულფიტის ფორმებში. გოგირდის დიოქსიდის სრული რაოდენობა განისაზღვრება ღვინოში არსებული გოგირდის დიოქსიდის ყველა სხვადასხვა ფორმის ჯამად, თავისუფალი მდგომარეობით ან სხვა ორგანულ კომპონენტებთან კავშირით.

### **გაზომვის პრინციპი**

გოგირდის დიოქსიდს აქვს საკმაოდ გამორჩეული თვისებები შუა ინფრაწითელ სპექტრში, მაგრამ გოგირდის დიოქსიდის IR- სპექტრი დაფარულია გარკვეულწილად წყლის, ალკოჰოლის და მმარმჟავას ორთქლით. რეაქციის დროს, IR შთანთქმის სპექტრი გროვდება და მათემატიკური მოდელირების ტექნიკის საშუალებით, გოგირდის დიოქსიდის სიგნალი შეიძლება გამოიყოს და სიზუსტით განისაზღვროს რაოდენობრივად. ნიმუში და ფოსფორის მჟავა თანმიმდევრულად იტუმბება და ერევა რეაქციის სივრცეში. ხსენებული რეაქციის სივრცე მუდმივად თბება 85°C- მდე. ნარევის საშუალებით რეაქციის სივრცეში მუდმივად ვრცელდება აირის (ჰაერის) მოცულობა, რაც წარმოდგენილია კუვეტის (ჭურჭლის) გაზით, საიდანაც გროვდება ინფრაწითელი გაზის სპექტრი. თავისუფალი გოგირდის დიოქსიდი მყისიერად გამოიყოფა სითხისგან გაზის მოცულობის წონასწორობით. განსაზღვრული გოგირდის დიოქსიდი ჰიდროლიზდება მჟავას მიერ და ნელა გამოიყოფა ცირკულაციური გაზის ნაკადით გაზის მოცულობაში. ჰიდროლიზის დრო იზრდება საზომი დროით (3 ვარიანტი: მოკლე, საშუალო და დიდი); რაც უფრო გრძელია ჰიდროლიზის დრო, მით უფრო ზუსტია გაზომვა გოგირდის დიოქსიდის სრული რაოდენობისთვის.

### **2.2.5 ანალიზის მიმდინარეობა**

ანალიზის ჩატარებისთვის FOSS-ის რეკომენდაციის მიხედვით საჭიროა ნიმუშის წინასწარი დეგაზაცია და ფილტრაცია რადგანაც ვაინსკანი აღჭურვილია საკმაოდ ვიწრო კაპილარებით და მცირე კოლოიდურმა ნაწილაკმა შესაძლოა კაპილარები გაჭედოს, ან გაზის ბუშტუკებმა შესაძლოა ცდომილება მოგვეცეს. ნიმუშის მომზადების შემდგომ გადავიტანეთ დაახლოებით 15მლ ნიმუშის კონტეინერში, რომელიც მოვათავსეთ ავტოსემფლერში, ჩამწერის-FossIntegrator-ის საშუალებით ავირჩიეთ სასურველი საკალიბრო მრუდი (მაგ:

მშრალი ღვინის შემთხვევაში მშრალი, მივუთითეთ ინფორმაცია ნიმუშზე და Start-ის საშუალებით გავუშვით ანალიზი, ზუსტად 1 წუთში პასუხები გამოისახა ჩამწერში. შედეგები მოტანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. ანალიზის შედეგები

მეთოდი	ღვინის დასახელება	სიმკვრივე (%)	დაყვანილი შაქარი (გ/ლ)	pH	საერთო სიმჟავე (გ/ლ)	აქროლადი მჟავიანობა (გ/ლ)	თავისუფალი გოგირდი (მგ/ლ)	საერთო გოგირდი (მგ/ლ)	რძემჟავა (გ/ლ)	ვაშლმჟავა (გ/ლ)	CO2 (გ/ლ)	გლუკოზა/ფრუქტოზა (გ/ლ)	სიმკვრივე (გ/მლ)	სორბინის მჟავა	ღვინის მჟავა
FTIR	ქვევრის რქაწითელი	12.0	1.5	3.47	5.0	0.48	24	119	0.4	1.4	149	0.3	0.9903	0	1.5
ГОСТ		11.9	1.5	3.46	5.0	0.47	44	120							
FTIR	ციცქა-ცოლიკოური	11.0	0.2	3.04	8.6	0.52	2.3	13	1.2	2.3	253	0.7	0.9913	7	3.2
ГОСТ		11.0	0.35	3.0	8.6	0.51	6.0	15							
FTIR	ასურეთული შავი	12.9	0.8	3.67	5.7	0.47	2.3	24	0.3	2.6	151	0.6	0.9916	0	1.4
ГОСТ		12.8	0.85	3.64	5.8	0.46	7.0	25							
FTIR	კესანე	15.5	98.7	3.37	4.8	0.14	13.7	78	0.1	1.1	-	-	1.0214		
ГОСТ		15.5	98.4	3.35	4.9	0.16	24	78							
FTIR	ქვევრის მცვივანი	13.3	0.9	3.60	4.7	0.42	19.2	91	0.0	2.1	169	0.2	0.9879	0	1.2
ГОСТ		13.2	0.85	3.61	4.7	0.42	31	94							

ცხრილი 2.

ღვინის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების ზღვრები №524 დადგენილების მიხედვით

ქიმიურ-ფიზიკური მახასიათებლები	ზღვრები		
	მშრალი		ტკბილი
	წითელი	თეთრი	
ალკოჰოლი	არანაკლებ 10%		>15 < 24%
შაქარი	არაუმეტეს 4გ/ლ		>30 <120 გ/ლ
აქროლადი მჟავიანობა	<1.2 გ/ლ	<1 გ/ლ	-
ტიტრული მჟავიანობა	არანაკლებ 4 გ/ლ		
საერთო გოგირდის დიოქსიდი	150 მგ/ლ		200მგ/ლ

### 2.2.6 მონაცემთა ანალიზი

ცხრილებში ასახული მონაცემების მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ ამა თუ იმ ღვინოს დამახასიათებელ თვისებებზეც, რომლებიც მათი ორგანოლექტიკური შეფასებისასაც დასტურდება:

- 1) როგორც ცხრილის მიხედვით ჩანს, არსებული მეთოდებით გაანალიზებული ნიმუშების შედეგები რელევანტურია და მხოლოდ მცირედი განსხვავებები გვაქვს.
- 2) ციცქა-ცოლიკოურის ტიტრული მჟავიანობა მაღალია, თუმცაღა **№524 ღვინის წარმოების ზოგადი წესისა და ნებადართული პროცესების, მასალებისა და ნივთიერებების ჩამონათვალის განსაზღვრის შესახებ 2018 წლის 6 ნოემბრის ტექნიკური რეგლამენტის** მიხედვით დასაშვებია, კანონმდებლობის მიხედვით ტიტრული მჟავიანობა ღვინოში უნდა იყოს არანაკლებ 4 გ/ლ-სა. ციცქა-ცოლიკოურის pH არის ყველაზე დაბალი მის მაღალ ტიტრულ მჟავიანობასთან ერთად, რაც საგრძნობლად შეიმჩნევა მისი ორგანოლექტიკური შეფასებისას - გემოზე ღვინო საკმაოდ ასევე მასში შესამჩნევად მაღალია ნახშირორჟანგიც, რაც დამახასიათებელია იმერული ღვინოებისთვის.
- 3) აგრეთვე აღსანიშნავია ღვინო კესანე, რომელიც ახალია ქართულ ბაზარზე, მისი დამზადების ტექნოლოგია განსხვავებულია ჩვეულებრივი ღვინის ტექნოლოგიისგან, როგორც აღმოჩნდა კესანე - ცისფერი ღვინო მაღალ ალკოჰოლური და მაღალშაქრიანია ორგანოლექტიკური თვალსაზრისითაც ღვინო ტკბილია და მკვეთრად იგრძნობა ალკოჰოლი. **№524 ღვინის წარმოების ზოგადი წესისა და ნებადართული პროცესების, მასალებისა და ნივთიერებების ჩამონათვალის განსაზღვრის შესახებ 2018 წლის 6 ნოემბრის ტექნიკური რეგლამენტის** მიხედვით ღვინო შემაგრებულია რადგან კანონის მიხედვით შემაგრებულ ღვინოში ალკოჰოლი უნდა იყოს არანაკლებ 15% და არაუმეტეს 24%-სა და არაუმეტეს ხოლო შაქარი არანაკლებ 30გ/ლ და არაუმეტეს 120 გ/ლ-სა.
- 4) ქვევრის ღვინოები გამოირჩევა მკვეთრი სიმშრალით, რაც შაქრის პარამეტრითაც დასტურდება.

### 3. დასკვნები

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ :

1. შესწავლილია საქართველოს სხვადასხვა კუთხიდან დამზადების სხვადასხვა ტექნოლოგიის გამოყენებით მიღებული ღვინოების ქიმიური შედგენილობა. კერძოდ გაანალიზებულია ეთანოლი, დაყვანილი შაქარი, აქროლადი მჟავები, ტიტრული მჟავები, გოგირდი, რძემჟავა, ვაშლმჟავა, ნახშირორჟანგი, pH, ღვინის მჟავა.

2.ათვისებულია ღვინოში შემდეგი პარამეტრების : აქროლადი მჟავები GOCT 13193-73; ტიტრული მჟავები GOCT 32114-2013; შაქრის განსაზღვრის ბერტრანის მეთოდი GOCT 32114-2013; ეთილის სპირტი GOCT 13191-73 ; თავისუფალი და საერთო გოგირდის დიოქსიდის განსაზღვრის Ripper-ის მეთოდი;

3. ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდის გამოყენებით ჩატარებულია ანალიზები ღვინოში შემდეგი პარამეტრების : ეთანოლი, დაყვანილი შაქარი, აქროლადი მჟავები, ტიტრული მჟავები, გოგირდი, რძემჟავა, ვაშლმჟავა, ნახშირორჟანგი, pH, ღვინის მჟავა განსაზღვრის მიზნით;

4. მიღებული შედეგები შედარებულია საქართველოს ტექნიკურ რეგლამენტს: „ღვინის წარმოების ზოგადი წესისა და ნებადართული პროცესების, მასალებისა და ნივთიერებების ჩამონათვალის განსაზღვრის შესახებ“ №524 2018 წლის 6 ნოემბრის დადგენილებას.

5. ჩვენს მიერ შესწავლილი ღვინოების ნიმუშებიდან მათი ყველა პარამეტრი შეესაბამება ნორმატიული დოკუმენტის მონაცემებს;

6. დადგენილია, რომ კესანე- ცისფერი ღვინო სხვა ღვინოებისგან განსხვავებით მაღალი ალკოჰოლის და შაქრის შემცველია, რაც დამახასიათებელია შემაგრებული ღვინოებისთვის. კესანე-ცისფერი ღვინოს ქიმიური პარამეტრები ემთხვევა №524 „ღვინის წარმოების ზოგადი წესისა და ნებადართული პროცესების, მასალებისა და ნივთიერებების ჩამონათვალის განსაზღვრის შესახებ“ 2018 წლის 6 ნოემბრის ტექნიკური რეგლამენტის ამ ტიპის ღვინოებისთვის შესაბამის მონაცემებს;

7. მიღებული შედეგები დაკავშირებულია ორგანოლექტიკურ მახასიათებლებთან და დადგენილია ამ კომპონენტების კავშირი : კესანე აღმოჩნდა ტკბილი ღვინო, ციცქა- ცოლიკოური ცქრილა, მჟავე, რაც შეეხება ქვევრის ღვინოებს გამოირჩევიან გამოკვეთილი სიმშრალით , რაც შაქრის პარამეტრის განსაზღვრით დასტურდება;

8. ანალიზის შედეგები რელევანტურია, რის მიხედვითაც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გოსტის მეთოდებიც და FTIR მეთოდებიც გამოდგება ღვინის ქიმიური შედგენილობის საბოლოო ფორმირებისთვის;

9. შედეგების რელევანტურობიდან გამომდინარე აგრეთვე ვასკვნით, რომ FTIR მეთოდი გამართლებულია დიდი საწარმოებისთვის და სარწმუნო შედეგებს იძლევა. იქიდან გამომდინარე, რომ ასეთი აპარატურის შეძენა დიდ თანხებთან არის დაკავშირებული, იმ ლაბორატორიებისთვის, რომელთან ფინანსური მდგომარეობა ვერ წვდება თანამედროვე ხელსაწყოებს, გამართლებულია საერთაშორისო მეთოდები (FOCT), რომლებიც როგორც კვლევით დადგინდა აგრეთვე სარწმუნო შედეგებს იძლევა და საშუალებას გვაძლევს ნაკლები დანახარჯით გავაკეთოთ ანალიზი და ვაკონტროლოთ ღვინო მისი ფორმირების ყველა ეტაპზე.



#### 4. გამოყენებული ლიტერატურა

1. ქანთარია ვ., რამიშვილი მ. – მევენახეობა (აგროტექნიკა). გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, 1983;
2. <https://ka.wikipedia.org/wiki/ღვინო>;
3. [https://forbes.ge/ღვინის კულტი და კულტურა](https://forbes.ge/ღვინის_კულტი_და_კულტურა/);
4. <https://www.fossanalytics.com/en/news-articles/technologies/ftir-analysis>;
5. [https://tripplanner.ge/ge/blog/მელვინეობა საქართველოში](https://tripplanner.ge/ge/blog/მელვინეობა_საქართველოში);
6. საქართველოს ტექნიკური რეგლამენტი – „ღვინის წარმოების ზოგადი წესისა და ნებადართული პროცესების, მასალებისა და ნივთიერებების ჩამონათვალის განსაზღვრის შესახებ“;
7. ჯავახიშვილი ივ. ქართველი ერის ისტორია, თბ., 1965;
8. Беридзе Г. Технолошия и ენოხიმическая характеристика вин Грузии Тб., 1956;
9. WineScan TM Software Manual 6006 0472 / Rev. 1;
10. WineScanTM Flex/Grape/Auto/SO2;
11. Service Manual 0102 5806 / Rev. 7;
12. Sulphite module FOSS;
13. ანდრია ლაშვი, ენოქიმია. თბილისი, განათლება, 1979;
14. ბეჟან ჭანკვეტაძე - ინფრაწითელი სპექტროსკოპია;
15. <https://factcheck.ge/ka/story/38529>;
16. <http://gwa.ge/regions/imereti/>;
17. <http://tetritskaro.gov.ge/struqtural/siaxleebi/641-ghvini-tsarmoebis-tradiciebi-sofel-asuretshi.html>;
18. "კესანე" - George Grey Winery <https://bm.ge/ka/article/quotkesanequot---george-gray-winery-m-cisferi-gvino-sheqmna-/78595>;
19. [https://www.gba.ge/სახელმწიფოს როლი ქართული ღვინის ხარისის უზრუნველყოფაში: სამართლებრივი ჩარჩოს მიმოხილვა](https://www.gba.ge/სახელმწიფოს_როლი_ქართული_ღვინის_ხარისის_უზრუნველყოფაში:სამართლებრივი_ჩარჩოს_მიმოხილვა);
20. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ac086051c> (FTIR Spectroscopy for Grape and Wine Analysis);
21. კოლეტ ნავარი, ფრანსუაზ ნავარი- „ენოლოგია“ პირველი ქართული გამოცემა 2004;
22. WineScan SO2 Solution Brochure;

23. <http://since1011.com/ka/publications/>ქვევრის კახური ღვინო;
24. გ. ბერიძე - “ქართული ღვინოები” 1983 წ ;
25. ნანა ებელაშვილი - დისერტაცია “ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოკვლევა ვარდისფერი და ცქრიალა ღვინოების დამზადების პროცესში მათი ტექნოლოგიების სრულყოფის მიზნით” თბილისი 2006 წ;
26. თეიმურაზ ლლონტი - “ყურძნის კლერტი და ქვევრის კახური ღვინო” 2012 წ;
27. Абашидзе И. Чиаурели В. Лоладзе Г. Грузинское Вино Тб., 1989;

