

ღვინოსა და წყალში მიკროორგანიზმთა მორფოლოგიური და ტინქტორიალური მახასიათებლების განსაზღვრა

მანანა მამულაშვილი¹, გიორგი ბიბილეიშვილი², ზაზა ჯავაშვილი³, თინათინ ბუთხუზი⁴,
ელენე კაკაბაძე⁵

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

¹ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
email: mananamamula59@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3982-5515>

²ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
email: 75bibileishvili@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7712-2436>

რეზიუმე

სტატია მიმოიხილავს მიკროორგანიზმთა მორფოლოგიური და ტინქტორიალური მახასიათებლების მნიშვნელობას ღვინოსა და წყალში. კვლევა შეეხო რქაწითელის ღვინოს, როგორც საქართველოს ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებულ და მრავალმხრივ ჯიშის პროდუქციას, ასევე წყალს, რომელიც გამოიყენება ღვინის წარმოებაში. კვლევაში განხილულია ღვინისა და წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის მეთოდები, მათ შორის მიკროსკოპული, კულტივირებადი. მიღებული შედეგები ადასტურებს, რომ მორფოლოგიური და ტინქტორიალური მახასიათებლების ცოდნა მნიშვნელოვანია მიკროორგანიზმების იდენტიფიკაციის, დიაგნოსტიკისა და მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად როგორც ღვინომასალის, ასევე ღვინის წარმოებაში გამოყენებული სტერილური წყლის მიღებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: ღვინომასალა, წყალი, მორფოლოგიური, ტინქტორიალური მახასიათებლები, მიკროორგანიზმები

შესავალი - ღვინო მსოფლიოს ყველაზე მრავალფეროვანი პროდუქტია. მევენახეობა და მეღვინეობა ქვეყანაში ერთ-ერთ წამყვან ადგილს იკავებს. ღვინის წარმოება საქართველოში მრავალსაუკუნოვან ტრადიციებს ეყრდნობა, ხოლო რიცხოვნობად და კულტურულად ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ჯიშია რქაწითელი (*Vitis vinifera*). ამ ჯიშით მიღებული ღვინო განსხვავდება სხვა თეთრი ღვინოებისგან თავისი სტრუქტურით, სიმდიდრით და მიკრობიოლოგიური მრავალფეროვნებით. ხარისხიანი ღვინის წარმოება დღითიდღე უფრო აქტუალური ხდება, რასაც პროდუქტზე მოთხოვნის გაზრდა განაპირობებს. მნიშვნელოვანია, როგორც საწარმოებში წარმოებული ასევე საოჯახო ღვინოების ხარისხი და უვნებლობა.

ლიტერატურული მიმოხილვა - რქაწითელი, ერთ-ერთი უძველესი და ყველაზე გავრცელებული თეთრი ყურძნის ჯიშია საქართველოში. ის ძირითადად გაშენებულია კახეთში, განსაკუთრებით ალაზნის ველზე. ამ ჯიშისგან მზადდება როგორც კლასიკური

(ევროპული ტექნოლოგიით), ისე ქვევრის (ქართული ტრადიციული ტექნოლოგიით) ღვინოები. რქაწითელისგან მიღებული ღვინო გამოირჩევა მრავალმხრივი თვისებებით, მისი ძირითადი მახასიათებლებია: ფერი- კლასიკური ღვინო – ღია ჩალისფერი ან ოქროსფერი ელფერით; ქვევრის ღვინო – ღია ნარინჯისფერი (ქარვისფერი), რაც სკინ-კონტაქტის (კანთან ხანგრძლივი კონტაქტის) შედეგია; არომატი - რქაწითელის ღვინო აერთიანებს ნაზი, ხილისა და ყვავილების არომატებს, ხშირად იგრძნობა: თეთრი ხილი (ვაშლი, მსხალი), ციტრუსები, ზოგჯერ თაფლისა და თხილის ტონები, განსაკუთრებით ქვევრის ღვინოში; გემო - მშრალი, კარგად დაბალანსებული მჟავიანობით, ხალისიანი და გამაგრებელი, სტრუქტურით საშუალო ან მაღალი სხეულით (განსაკუთრებით ქვევრში დაყენებული); ალკოჰოლი - საშუალოდ 11.5–13.5% [8].

ხარისხიანი ღვინის წარმოებისთვის აუცილებელია სისტემატური ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კონტროლი. მიკრობიოლოგიური კონტროლი, ხელს უწყობს ინფექციის წყაროების იდენტიფიცირებას, მათ დროულად აღმოფხვრას და შესაძლებელს ხდის ღვინომასალებში დაავადების დაწყების აღმოჩენას მათში ქიმიური და გემო აღქმადი ცვლილებების გამოვლენამდე. ის უნდა განხორციელდეს ქიმიურ კონტროლთან მჭიდრო კავშირში, რაც შესაძლებელს გახდის ტექნოლოგიური პროცესის ნორმალური მიმდინარეობის მონიტორინგს, მიკროორგანიზმების განვითარების შემაფერხებელი ან ხელშემწყობი მიზეზების და ინფექციის წყაროების იდენტიფიცირებას [1,2,3].

ღვინოში მიკროორგანიზმთა მორფოლოგიური და ტინქტორიული მახასიათებლების განსაზღვრა და მათი დიაგნოსტიკა მნიშვნელოვანია, როგორც ღვინის ხარისხის კონტროლისთვის, ისე მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.

მორფოლოგია გულისხმობს მიკროორგანიზმების გარეგნულ სტრუქტურულ მახასიათებლებს, რომლებიც განისაზღვრება მიკროსკოპით დაკვირვების გზით. ძირითადი ნიშნებია: ფორმა – გლობული, ჩხირისებრი (ბაცილა), სპირალური; ზომა – ჩვეულებრივ განსაზღვრული მიკრომეტრებში; სელულური განლაგება – ჯგუფებად, ჯაჭვებად, წყვილებად, ცალკეული უჯრედებად; სპორების არსებობა – ზოგ ბაქტერიას შეუძლია სპორის წარმოქმნა არასასურველ პირობებში [4,5].

ტინქტორიული (შეღებვითი) მახასიათებლები, ეხება იმას, თუ როგორ იღებენ მიკროორგანიზმები ფერს სხვადასხვა საღებავით დამუშავებისას. ძირითადი მეთოდებია: გრამის მეთოდი - გრამდადებითი -ისფერი (მაგ. *Lactobacillus*, *Oenococcus oeni*), გრამუარყოფითი - ვარდისფერი წითელი (მაგ. *Acetobacter*, *Gluconobacter*); სპეციფიური ფერადობის მეთოდები [4,5].

მეთოდები. ღვინის წარმოება მიკრობიოლოგიური პროცესია, სადაც მიმდინარეობს ფერმენტაციული პროცესები საფუარისა და ბაქტერიების გამოყენებით. ყურძნის წვენის მაღალხარისხიან ღვინოდ ფორმირება და ბოთლში სტერილური განთავსება დამოკიდებულია ქიმიურ და მიკრობიოლოგიურ მონიტორინგზე, დამუშავებისა და გაუსნეოვნების ეფექტურ მეთოდებზე. საწარმოებში დუღილის პროცესის მონიტორინგის, მართვისა და სტერილური გარემოს შექმნისათვის აუცილებელია ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზების ლაბორატორია, რითაც მცირე ზომის ღვინის ქარხნები, საოჯახო მარნები და შატოები ნაკლებად არის უზრუნველყოფილი [1,2]. მიკრობიოლოგიური დიაგნოსტიკა ღვინოში მოიცავს მიკროორგანიზმების გამოვლენას, იდენტიფიკაციას და

რაოდენობრივ განსაზღვრას: ა) კულტივირებადი მეთოდები - ნუტრიური აგარის ან სელექტიური მედიუმების გამოყენება (მაგ. MRS აგარი ლაქტობაცილებისათვის); ინკუბაცია განსაზღვრულ ტემპერატურასა და პირობებში (აერობული/ანაერობული); კოლონიური მორფოლოგიის შეფასება.

ბ) მიკროსკოპული მეთოდები - პირდაპირი დაკვირვება ცოცხალ ან შეღებილ პრეპარატებში და ტინქტორიალური ან ფლუორესცენტული ფერადობა.

გ) ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური ტესტები - შაქრის დუღილი, მჟავების წარმოქმნა, ტემპერატურული და pH მაჩვენებელი, SO₂ მედეგობა.

დ) მოლეკულური (თანამედროვე) მეთოდები - PCR (პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია) კონკრეტული გენების გამოსაკვეთად; DNA სეკვენირება (16S rRNA ან ITS რეგიონი საფუარებისა და ბაქტერიებისთვის) [4, 5, 6].

ცხრილი 1. ძირითადი მიკროორგანიზმები რქაწითელის ღვინოში

ჯგუფი	სახეობა	ზეგავლენა ღვინოზე
საფუარები	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	ძირითადი ალკოჰოლური ფერმენტაცია / არასასურველი გემოს წარმოქმნა
ძმარმჟავა ბაქტერიები	<i>Acetobacter, Gluconobacter</i> spp	არასასურველი ოქსიდაციის რისკის შემცველები.
რძემჟავა ბაქტერიები	<i>Oenococcus oeni, Lactobacillus</i> spp	მалლოლაქტური ფერმენტაცია
სოკოები	<i>Botrytis cinerea, Penicillium</i> spp	მაწვე – ფერმენტაციის დარღვევა ან არომატის ცვლილება

ღვინის წარმოებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება წყლის სისუფთავეს, რათა წყლიდან არ მოხდეს ღვინოში ბაქტერიების შეტანა. წყლის მიკროორგანიზმთა მორფოლოგიური და ტინქტორიალური მახასიათებლების შესწავლა გვადლევს საშუალებას, გავარკვიოთ მათი სახეობრივი შემადგენლობა და პოტენციური რისკები. წყლის მიკრობიოლოგიური ხარისხი წარმოადგენს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პარამეტრს, რომელიც განსაზღვრავს მის უსაფრთხოებასა და სიჯანსაღეს. მიკროორგანიზმების არსებობა წყალში შესაძლებელია იყოს როგორც ბუნებრივი, ისე დამაბინძურებელი წყაროებისგან გამოწვეული. მათი მორფოლოგიური, ტინქტორიალური მახასიათებლების შესწავლა მნიშვნელოვანია მათი ამოცნობისა და შესაბამისი კონტროლის მეთოდების განსაზღვრისათვის.

წყალში მიკროორგანიზმები შეიძლება წარმოადგენდნენ ბაქტერიებს, საფუარებს, ობებსა და სხვა მიკროორგანიზმებს. მათი მორფოლოგიური მახასიათებლები მოიცავს ზომას, ფორმას (კოკები, ბაცილები, სპირილი, ვიბრიონები), აგრეთვე უჯრედის სტრუქტურას და დაყოფის ტიპს.

მიკროორგანიზმების ტინქტორიალური მახასიათებლები განსაზღვრავს მათ რეაქციას სხვადასხვა შეღებვის მეთოდებზე, როგორიცაა გრამის შეღებვა, ზილ-ნილსენის მეთოდი,

ენდოსპორების შეღებვა და სხვ. ამ მახასიათებლების მიხედვით შესაძლებელია მათი კლასიფიკაცია და დიაგნოსტიკა [4,5,7].

ცხრილი 2. წყლის მორფოლოგიური და ტინქტორიალური მახასიათებლები

მიკროორგანიზმი	მორფოლოგიური მახასიათებლები	ტინქტორიალური მახასიათებლები
ბაქტერიები	კოკები, ბაცილები, სპირილი	გრამ-დადებითი, გრამ-უარყოფითი
საფუარები	ოვალური, მრგვალი უჯრედები	მეწამური, ცისფერი, უღებავი
ოხები	ფილამენტური სპორებით	მრავალფერი ფერებით
ვირუსები	სხვადასხვა ფორმის	სპეციფიკური ანტიგენური რეაქციები

მცირე საწარმოებში, საოჯახო მარნებსა და შატოებში საწარმოო სისტემების და ღვინის ბოთლების რეცხვა-გაუსწოვებისთვის აუცილებელია სტერილური წყალი.

ანალიზი - მიკრობიოლოგიური ანალიზი ჩატარებული იქნა საოჯახო ღვინის საწარმოში გამოყენებულ წყლზე. მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების მიზნით წყლის ანალიზი ჩატარდა ფილტრაციამდე და ულტრაფილტრაციის შემდეგ. წყლის სტერილიზაციისათვის წყალი დამუშავდა 0,1 მკმ ფორის ზომის მემბრანით. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3. წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები

განსასაზღვრავი მიკროორგანიზმი	მაჩვენებლის მნიშვნელობა ნდ-ს მიხედვით	მაჩვენებლის ფაქტიური მნიშვნელობა	მაჩვენებლის ფაქტიური მნიშვნელობა ფილტრაციის შემდეგ
E.coli 300 ml	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
მეზოფილური აერობების და ფაკულტატური ანაერო-ბების რაოდენობა 1 მლ-ში	37°C ≤ 20	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
ტოტალური კოლიფორმები, 300მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
ფეკალური სტრეპტოკოკები (<i>S.fekalis</i>) 250 მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა

შედეგი და განსჯა

კვლევამ აჩვენა, რომ მიკროორგანიზმთა მორფოლოგიური და ტინქტორიალური მახასიათებლების შესწავლა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს როგორც ღვინის, ასევე წყლის მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების შეფასებაში. წყლის ანალიზმა კი დაადასტურა, რომ სტერილური წყლის გამოყენება აუცილებელია მიკრობიოლოგიური რისკების შემცირებისთვის. კვლევის შედეგები მნიშვნელოვანი პრაქტიკული რეკომენდაციებია, როგორც საოჯახო მარნებისთვის, ასევე მცირე და საშუალო მეღვინეობისთვის, სადაც აუცილებელია სისტემატური მიკრობიოლოგიური კონტროლი როგორც წყლის ხარისხის კონტროლისათვის ასევე მაღალი ხარისხის ღვინის წარმოებისთვის.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბიბილეიშვილი გ.ვ., მამულაშვილი მ.ა., ბუთხუზი თ.გ., კაკაბაძე ე.გ. ბუნებრივი წყლის და ღვინომასალების ბაქტერიოლოგიური კვლევა მიკრო- და ულტრაფილტრაციული პროცესების გამოყენებით. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი №2 2023 გვ.71-72
2. კაკაბაძე ე., ბიბილეიშვილი გ., თანანაშვილი ლ., ჯავაშვილი ზ., მამულაშვილი მ., & ებანოძე ლ. (2024). სხვადასხვა ტიპის ღვინომასალის მიკროფილტრაციული პროცესით დამუშავების ადგილობრივი და საერთაშორისო პატენტების ანალიზი. ქართველი მეცნიერები, 6(4), 375–378. <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.35>
3. ბიბილეიშვილი გ.ვ., მამულაშვილი მ.ა., კექერაშვილი მ.გ., ბიბილეიშვილი ი.ვ. საფერავის ღვინომასალის სტერილური მიკროფილტრაცია და მიკრობიოლოგიური ანალიზი. საქართველოს საინჟინრო სიახლენი №2, ტომ.96, 2022 DOI: <https://doi.org/10.36073/1512-0187> გვ. 115-116
4. Nardi T. Microbial resources as a tool for enhancing sustainability in winemaking. *Microorganisms*. 2020; 8:507. doi: 10.3390/microorganisms8040507
5. ი. გველესიანი ლაბორატორიული პრაქტიკული მიკრობიოლოგიაში. სტუ 27.05.2009, ოქმი #5 თბილისი 2009
6. ჩიხლაძე ნ., და კიკვიძე მ. (2022). ადგილობრივი საფურავების დახასიათება რქაწითელის ქვევრის ღვინოებში. ღვინის მიკრობიოლოგიისა და ბიოტექნოლოგიის ჟურნალი, 7(1), 12–20
7. Margaliti, L. A. (1981). *Wine Microbiology*. AVI Publishing Company.
8. რქაწითელი - NPLG Wiki Dictionaries

Determination of morphological and tinctorial characteristics of microorganisms in wine and water

Manana Mamulashvili¹, George Bibileishvili², Zaza Javashvili³, Tinatin Butkhuzi⁴, Elene Kakabadze⁵

Engineering Institute of Membrane technologies of Georgian Technical University

Abstract

The article reviews the importance of the morphological and tinctorial characteristics of microorganisms in wine and water. The study focused on Rkatsiteli wine, one of the most widespread and versatile grape varieties in Georgia, and on water used in wine production. Morphological characteristics include the shape, size, cellular arrangement, and presence of spores of microorganisms. Tinctorial characteristics determine the staining properties of microorganisms, which play a crucial role in their classification and diagnosis. The study discusses microbiological analysis methods for wine and water, including microscopic, culturable. The results confirm that knowledge of the morphological and tinctorial characteristics of microorganisms is essential for their identification, diagnosis, and ensuring microbiological safety in both wine and water.

Keywords: wine, water, morphological, tinctorial characteristics, microorganisms