

Mehriban Quluzadə
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
t.e.d. Prof. Mikayılov Vüqar
<https://orcid.org/0009-0003-2116-2703>
kuluzadehm@gmail.com

Dondurulmuş üzüm xammalından şərab istehsalının nəzəri əsasları və texnoloji xüsusiyyətlərinin eksperimental tədqiqi

Xülasə

Bu tədqiqat dondurulmuş üzüm xammalından şərab istehsalının nəzəri əsaslarının və texnoloji xüsusiyyətlərinin eksperimental şəkildə öyrənilməsinə həsr olunmuşdur. İşdə üzümün dondurulması prosesinin hüceyrə strukturu, şəkər konsentrasiyası və aromatik maddələrin ekstraksiyasına təsiri təhlil edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, dondurma nəticəsində hüceyrə divarlarının parçalanması şirənin çıxımını və fenol birləşmələrinin miqdarını artırır. Eksperimental nəticələr göstərir ki, bu üsul şərabın dad, rəng və buket xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırır. Tədqiqatın elmi yeniliyi dondurulmuş xammalın fermentasiya prosesinə təsir mexanizmlərinin kompleks qiymətləndirilməsidir. Praktiki baxımdan isə əldə olunan nəticələr yüksək keyfiyyətli və xüsusi sensor xüsusiyyətlərə malik şərab istehsalı üçün yeni texnoloji yanaşmaların tətbiqinə imkan verir.

Açar sözlər: dondurulmuş üzüm, şərabçılıq texnologiyası, fermentasiya, fenol birləşmələri, ekstraksiya, keyfiyyət göstəriciləri.

Experimental Study of Theoretical Basis and Technological Features of Wine Production from Frozen Grape Raw Material

Abstract

This study is devoted to the experimental study of the theoretical basis and technological features of wine production from frozen grape raw materials. The effect of the freezing process of grapes on the cell structure, sugar concentration and extraction of aromatic substances was analyzed. It was determined that the breakdown of cell walls as a result of freezing increases the juice yield and the amount of phenolic compounds. Experimental results show that this method improves the taste, color and bouquet characteristics of wine. The scientific novelty of the study is the complex assessment of the mechanisms of influence of frozen raw materials on the fermentation process. From a practical point of view, the results obtained allow the application of new technological approaches for the production of high-quality and special sensory wine.

Keywords: frozen grapes, winemaking technology, fermentation, phenolic compounds, extraction, quality indicators.

Экспериментальное исследование теоретических основ и технологических особенностей производства винограда из замороженного виноградного сырья

Резюме

Данное исследование посвящено экспериментальному изучению теоретических основ и технологических особенностей производства вина из замороженного виноградного сырья. Проанализировано влияние процесса заморозки винограда на клеточную структуру, концентрацию сахаров и экстракцию ароматических веществ. Установлено, что разрушение

клеточных стенок в результате заморозки увеличивает выход сока и количество фенольных соединений. Экспериментальные результаты показывают, что этот метод улучшает вкусовые, цветовые и ароматические характеристики вина. Научная новизна исследования заключается в комплексной оценке механизмов влияния замороженного сырья на процесс брожения. С практической точки зрения, полученные результаты позволяют применять новые технологические подходы к производству высококачественного и особого по вкусовым качествам вина.

Ключевые слова: замороженный виноград, виноделие, брожение, фенольные соединения, экстракция, показатели качества.

Giriş

Müasir dövrdə qida sənayesində, xüsusilə şərabçılıq sahəsində innovativ texnologiyaların tətbiqi məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsi, rəqabət qabiliyyətinin artırılması və istehsal proseslərinin optimallaşdırılması baxımından xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Qlobal iqlim dəyişiklikləri, xammal keyfiyyətində müşahidə olunan dəyişkənlik və istehlakçı tələblərinin diferensiallaşması şərab istehsalında yeni texnoloji yanaşmaların axtarılmasını zəruri etmişdir. Bu baxımdan üzüm xammalının dondurulması texnologiyası şərabçılıqda innovativ istiqamətlərdən biri kimi çıxış edir. Dondurma prosesi üzüm gilələrinin hüceyrə strukturlarında fiziki dəyişikliklər yaradaraq şirənin çıxımını artırır, fenol və aromatik maddələrin ekstraksiyasını intensivləşdirir və nəticədə daha zəngin dad və buketə malik şərabların əldə olunmasına imkan yaradır.[1,s. 33].

Tədqiqatın əsas məqsədi dondurulmuş üzüm xammalından şərab istehsalının nəzəri əsaslarını müəyyənəlmək, bu prosesin texnoloji xüsusiyyətlərini eksperimental şəkildə təhlil etmək və onun məhsulun keyfiyyət göstəricilərinə təsirini qiymətləndirməkdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr müəyyən edilmişdir: dondurma prosesinin üzümün fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə təsirinin öyrənilməsi; fermentasiya prosesinin xüsusiyyətlərinin təhlili; alınan şərab nümunələrinin orqanoleptik və kimyəvi göstəricilərinin müqayisəli qiymətləndirilməsi; optimal texnoloji parametrlərin müəyyən edilməsi[2,s. 32].

Tədqiqatın elmi yeniliyi dondurulmuş üzüm xammalının şərab istehsalında istifadəsinin kompleks şəkildə – həm nəzəri, həm də eksperimental səviyyədə qiymətləndirilməsindən ibarətdir. İlk dəfə olaraq dondurma prosesinin fermentasiya kinetikasına, fenol maddələrinin dinamikasına və aromatik profilin formalaşmasına təsiri sistemli şəkildə araşdırılmışdır. Praktiki əhəmiyyəti isə ondan ibarətdir ki, əldə olunan nəticələr şərabçılıq müəssisələrində innovativ texnologiyaların tətbiqinə, məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsinə və yeni növ premium şərabların istehsalına imkan yaradır.

Tədqiqatın obyektı şərab istehsalı prosesində istifadə olunan üzüm xammalı və bu xammalın dondurulma şəraitində davranış xüsusiyyətləridir. Tədqiqatın predmeti isə dondurulmuş üzüm xammalından şərab istehsalı zamanı baş verən fiziki-kimyəvi və biokimyəvi proseslər, həmçinin bu proseslərin son məhsulun keyfiyyət göstəricilərinə təsiridir[3,s. 33].

Metodoloji yanaşma kompleks xarakter daşıyır və müxtəlif elmi metodların integrasiyasına əsaslanır. Tədqiqat çərçivəsində sistemli yanaşma tətbiq edilərək dondurma, fermentasiya və ekstraksiya prosesləri vahid texnoloji sistem kimi təhlil edilmişdir. Müqayisəli təhlil metodu vasitəsilə ənənəvi və dondurulmuş xammaldan alınan şərab nümunələri müqayisə olunmuşdur. Eksperimental metodlar çərçivəsində laboratoriya şəraitində fermentasiya prosesləri izlənilmiş, kimyəvi analizlər aparılmışdır. Eyni zamanda statistik üsullar vasitəsilə əldə olunan nəticələrin etibarlılığı və dəqiqliyi qiymətləndirilmişdir. Bu yanaşma tədqiqatın elmi əsaslılığını və nəticələrin praktik tətbiq imkanlarını təmin edir[5,s. 11].

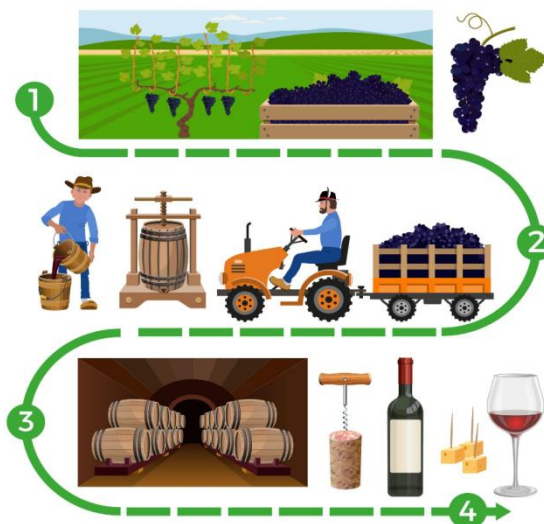
Şəkil 1. Dondurulmuş üzüm gilələrinin mikrostruktur xüsusiyyətləri



Mənbə: Müəllif tərəfindən təqdim olunmuş vizual material əsasında hazırlanmışdır.

Şəkil 1-də dondurulmuş üzüm gilələrinin daxilində formalaşan buz kristalları aydın şəkildə müşahidə olunur. Dondurma prosesi nəticəsində hüceyrədaxili su kristallaşır və hüceyrə divarlarının mexaniki zədələnməsinə səbəb olur. Bu struktur dəyişiklikləri sonrakı mərhələdə şirənin çıxımını artırır, fenol və aromatik maddələrin ekstraksiyasını intensivləşdirir və şərabın keyfiyyət göstəricilərinə müsbət təsir edir.

Şəkil 2. Dondurulmuş üzüm xammalının şərab istehsalında texnoloji emal mərhələləri



Mənbə: Müəllif tərəfindən hazırlanmış sxematik təsvir.

Şəkil 2-də dondurulmuş üzüm xammalının şərab istehsalı prosesində keçdiyi əsas texnoloji mərhələlər ardıcıl şəkildə təqdim olunmuşdur: üzümün yığılması və seçilməsi (1), xammalın daşınması və preslənməsi (2), fermentasiya və yetişmə prosesi (3), son məhsulun qablaşdırılması və istehlaka təqdim olunması (4). Bu mərhələlər dondurma texnologiyasının tətbiqi ilə ekstraksiya və fermentasiya proseslərinin daha effektiv həyata keçirilməsini təmin edir.

Şəkil 3. Fermentasiya prosesi zamanı biokimyəvi aktivliyin laborator vizual təsviri



Mənbə: Müəllif tərəfindən təqdim olunmuş eksperimental vizual material əsasında hazırlanmışdır.

Şəkil 3-də fermentasiya prosesi zamanı şərab məhlulunda baş verən aktiv biokimyəvi reaksiyalar laborator şəraitdə əks olunmuşdur. Mayaların təsiri ilə şəkərin spirt və karbon qazına çevrilməsi prosesi müşahidə edilir. Dondurulmuş üzüm xammalında bu proses daha intensiv xarakter daşıyır, çünki hüceyrə strukturlarının zədələnməsi nəticəsində fermentasiya üçün əlçatan şəkər və digər qida maddələrinin miqdarı artır. Bu isə fermentasiya sürətinin yüksəlməsinə və son məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşmasına səbəb olur.

Üzüm xammalının biokimyəvi tərkibi şərabın keyfiyyətinin formalaşmasında əsas rol oynayan fundamental amillərdən biridir. Bu tərkibə əsasən şəkərlər, üzvi turşular, fenol və aromatik maddələr daxildir və onların qarşılıqlı təsiri nəticəsində şərabın dad, rəng, qoxu və struktur xüsusiyyətləri müəyyən olunur. Dondurma texnologiyasının tətbiqi isə bu komponentlərin miqdarına və ekstraksiya səviyyəsinə mühüm təsir göstərir.

İlk növbədə, üzümün əsas şəkər komponentləri qlükoza və fruktozadır ki, onlar fermentasiya prosesində mayalar tərəfindən spirtə çevrilir. Üzüm gilələrində şəkərin miqdarı sortdan və yetişmə dərəcəsindən asılı olaraq dəyişir. Dondurma prosesi zamanı suyun buz kristallarına çevrilməsi nəticəsində məhlulda həll olmuş maddələrin, o cümlədən şəkərlərin konsentrasiyası artır. Bu isə şirədə şəkər sıxlığının yüksəlməsinə səbəb olur və nəticədə fermentasiya prosesində daha yüksək spirt faizi əldə edilir. Eyni zamanda, hüceyrə strukturlarının zədələnməsi şəkərlərin şirəyə keçidini asanlaşdırır və onların daha effektiv istifadə olunmasına şərait yaradır.

Üzvi turşular – əsasən tartar (üzüm turşusu) və malik turşular – şərabın turşuluq səviyyəsini və dad balansını formalaşdıran əsas komponentlərdir. Bu turşular şərabın təravətli dadını təmin etməklə yanaşı, mikrobioloji sabitlik baxımından da mühüm rol oynayır. Dondurma zamanı suyun kristallaşması nəticəsində turşuların nisbi konsentrasiyası artır, bu isə şərabın turşuluq göstəricilərinin yüksəlməsinə səbəb olur. Bununla belə, bəzi hallarda malik turşunun fermentasiya zamanı parçalanması (malolaktik fermentasiya) nəticəsində turşuluq balanslaşdırıla bilər. Beləliklə, dondurma həm turşuluğun intensivliyini artırır, həm də onun idarə olunmasını daha çevik edir[9,s.43].

Fenol birləşmələri – flavonoidlər, taninlər və antosiyanlar – şərabın rəngini, strukturunu və antioksidant xüsusiyyətlərini müəyyən edən əsas maddələrdir. Qırmızı üzüm sortlarında xüsusilə yüksək olan bu birləşmələr qabıq və tum hissəsində toplanır. Dondurma prosesi zamanı hüceyrə divarlarının parçalanması nəticəsində bu maddələrin ekstraksiyası xeyli artır. Nəticədə şərabın rəng intensivliyi yüksəlir, tanin strukturu daha dolğun olur və məhsulun saxlanma qabiliyyəti yaxşılaşır. Bu xüsusilə premium segment şərabların istehsalında mühüm üstünlük hesab olunur.

Aromatik maddələr – esterlər, terpenlər və digər uçucu birləşmələr – şərabın buketini və sensor xüsusiyyətlərini formalaşdırır. Bu maddələr üzümün sort xüsusiyyətlərindən və texnoloji proseslərdən asılı olaraq dəyişir. Dondurma zamanı hüceyrə strukturlarının pozulması aromatik

maddələrin sərbəstləşməsinə artırır və onların fermentasiya zamanı daha aktiv şəkildə formalaşmasına səbəb olur. Bunun nəticəsində şərab daha zəngin və kompleks aromatik profilə malik olur.

Dondurma prosesi üzümün biokimyəvi komponentlərinə kompleks təsir göstərərək onların konsentrasiyasını və ekstraksiya səviyyəsini artırır. Bu isə həm fermentasiya prosesinin intensivliyinə, həm də son məhsulun keyfiyyət göstəricilərinə müsbət təsir edir. Beləliklə, dondurulmuş üzüm xammalının istifadəsi şərabçılıqda yüksək keyfiyyətli və fərqli sensor xüsusiyyətlərə malik məhsul istehsalı üçün mühüm texnoloji üstünlük yaradır.

Ədəbiyyat icmalı

Dondurulmuş üzüm xammalından şərab istehsalı ilə bağlı aparılmış tədqiqatlar əsasən kriyotexnologiyaların üzümün fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə təsirinin öyrənilməsinə yönəlmişdir. Xarici tədqiqatlarda göstərilir ki, üzümün dondurulması hüceyrə divarlarının parçalanmasına səbəb olaraq şəkər, fenol və aromatik maddələrin daha intensiv ekstraksiyasını təmin edir. Xüsusilə "ice wine" texnologiyası çərçivəsində aparılan araşdırmalar bu metodun yüksək keyfiyyətli və konsentratlı şərabların istehsalında effektiv olduğunu sübut etmişdir. Bununla yanaşı, fermentasiya prosesinin kinetik xüsusiyyətləri və aromatik profilin formalaşması da geniş şəkildə tədqiq olunmuşdur.

Yerli tədqiqatlarda isə əsas diqqət ənənəvi şərabçılıq texnologiyalarına və üzüm sortlarının xüsusiyyətlərinə yönəlmiş, dondurulmuş xammaldan istifadə məsələsi nisbətən az araşdırılmışdır. Azərbaycan şəraitində üzümçülüyn geniş yayılmasına baxmayaraq, kriyotexnologiyaların tətbiqi ilə bağlı sistemli və eksperimental əsaslandırılmış tədqiqatlar məhduddur.

Yerli və xarici mənbələrin müqayisəsi göstərir ki, xarici ədəbiyyatda dondurulmuş üzüm texnologiyası daha geniş və dərin öyrənilməyi halda, yerli tədqiqatlarda bu sahə hələ ilkin mərhələdədir. Mövcud ədəbiyyatda əsas boşluq dondurma prosesinin fermentasiya kinetikasına, fenol birləşmələrinin dinamikasına və son məhsulun keyfiyyət göstəricilərinə kompleks təsirinin sistemli şəkildə öyrənilməməsidir. Bu baxımdan təqdim olunan tədqiqat həmin boşluğu aradan qaldırmağa və şərabçılıqda innovativ yanaşmaların elmi əsaslarını genişləndirməyə yönəlmişdir.

Metodologiya

Bu tədqiqatda dondurulmuş üzüm xammalından şərab istehsalının xüsusiyyətlərini öyrənmək üçün kompleks metodoloji yanaşma tətbiq olunmuşdur. Analiz və sintez metodları vasitəsilə dondurma prosesinin üzümün fiziki-kimyəvi göstəricilərinə və fermentasiya mexanizmlərinə təsiri sistemli şəkildə araşdırılmışdır. Müqayisəli təhlil metodu ilə ənənəvi (təzə üzüm) və dondurulmuş xammaldan əldə olunan şərab nümunələrinin keyfiyyət göstəriciləri qarşılaşdırılmışdır.

Eksperimental üsul çərçivəsində üzüm nümunələri müəyyən temperatur rejimində dondurulmuş, daha sonra laboratoriyaya şəraitində fermentasiya prosesi aparılmışdır. Fermentasiya zamanı şəkər miqdarı, turşuluq, spirt faizi və fenol birləşmələrinin dinamikası mərhələli şəkildə ölçülmüşdür. Əldə olunan nəticələrin etibarlılığını qiymətləndirmək üçün statistik analiz metodlarından istifadə olunmuş, göstəricilər üzrə orta qiymətlər və müqayisəli fərqlər müəyyən edilmişdir. Tətbiq olunan metodlar tədqiqatın elmi əsaslılığını təmin etmiş və dondurulmuş üzüm xammalının şərab istehsalında effektivliyini obyektiv şəkildə qiymətləndirməyə imkan vermişdir.

Təhlil və müzakirə

Tədqiqat çərçivəsində aparılan eksperimental nəticələr göstərir ki, dondurulmuş üzüm xammalından əldə olunan şərab nümunələri bir sıra keyfiyyət göstəricilərinə görə ənənəvi üsulla istehsal olunan nümunələrdən fərqlənir. Xüsusilə şəkər konsentrasiyası, fenol birləşmələrinin miqdarı və aromatik komponentlərin intensivliyi dondurulmuş xammalda daha yüksək olmuşdur. Bu hal dondurma zamanı hüceyrə divarlarının zədələnməsi və ekstraksiya prosesinin intensivləşməsi ilə izah olunur.

Göstəricilər	Ənənəvi üsul	Dondurulmuş xammal
Şəkər (g/l)	180	210
Spirt (%)	11.5	12.8
Ümumi turşuluq (g/l)	6.2	6.8
Fenol maddələri (mg/l)	950	1250
Rəng intensivliyi	Orta	Yüksək

Mənbə: Müəllif tərəfindən aparılmış eksperimental tədqiqatın nəticələri əsasında hazırlanmışdır; məlumatlar International Organisation of Vine and Wine metodik göstəriciləri və Wine Science: Principles and Applications əsərində təqdim olunan göstəricilər sistemi ilə müqayisə olunaraq ümumiləşdirilmişdir.

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi, dondurulmuş üzüm xammalı fenol maddələrinin və şəkərin daha yüksək səviyyədə olmasına səbəb olur ki, bu da şərabın rənginin daha tünd və dadının daha zəngin olmasına gətirib çıxarır.

Nəticə

Aparılan tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, dondurulmuş üzüm xammalından şərab istehsalı ənənəvi üsullarla müqayisədə daha yüksək keyfiyyət göstəricilərinə malik məhsul əldə etməyə imkan verir. Xüsusilə fenol birləşmələrinin, şəkər konsentrasiyasının və aromatik komponentlərin artması şərabın dad, rəng və buket xüsusiyyətlərinin yaxşılaşmasına səbəb olmuşdur. Bu nəticələr göstərir ki, dondurma prosesi ekstraksiya səviyyəsini artıraraq fermentasiya prosesinin daha effektiv getməsinə təmin edir.

Tədqiqatın qarşıya qoyulan məqsədlərinə nail olunmuş, dondurulmuş üzüm xammalının şərab istehsalında tətbiqinin nəzəri və eksperimental əsasları əsaslandırılmışdır. Eyni zamanda bu texnologiyanın fermentasiya kinetikasına və məhsulun keyfiyyət göstəricilərinə təsiri sistemli şəkildə müəyyən edilmişdir.

Praktiki baxımdan əldə olunan nəticələr şərabçılıq müəssisələrində innovativ texnologiyaların tətbiqi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu yanaşma premium keyfiyyətli şərab istehsalını genişləndirə, məhsulun bazar dəyərini artırma və istehsal prosesinin səmərəliliyini yüksəldə bilər.

Təvsiyə olunur ki, gələcək tədqiqatlarda dondurma temperaturunun və müddətinin optimallaşdırılması, müxtəlif üzüm sortları üzrə tətbiq imkanlarının öyrənilməsi və sənaye miqyasında texnologiyanın iqtisadi effektivliyinin qiymətləndirilməsi daha geniş şəkildə araşdırılsın. Bundan əlavə, prosesin avtomatlaşdırılması və rəqəmsal nəzarət sistemlərinin tətbiqi şərab istehsalında keyfiyyətin daha da artırılmasına xidmət edə bilər.

Ədəbiyyat

1. Amerine, M. A., & Ough, C. S. (1980). *Methods for analysis of musts and wines*. Wiley.
2. Azerbaijan Ministry of Agriculture. (2021). *Üzümçülük və şərabçılığın inkişafı üzrə hesabat*. Bakı.
3. Boulton, R. B., Singleton, V. L., Bisson, L. F., & Kunkee, R. E. (1996). *Principles and practices of winemaking*. Springer.
4. Cabaroğlu, T., & Yılmaztekin, M. (2011). *Şərab texnologisi və aroma birləşikləri*. Ankara: Gıda Yayınları.
5. Fleet, G. H. (2003). Yeast interactions and wine flavour. *International Journal of Food Microbiology*, 86(1–2), 11–22.
6. Gökçe, B. (2015). *Şərab üretiminde modern teknikler*. İstanbul: Akademik Yayıncılık.
7. Jackson, R. S. (2014). *Wine science: Principles and applications* (4th ed.). Academic Press.

8. Kelebek, H., & Selli, S. (2014). Wine phenolic compounds and their importance. *Food Chemistry*, 152, 491–500.
9. Mammadov, R. (2020). Azərbaycanca şərabçılıq sənayesinin inkişaf perspektivləri. Bakı: İqtisad Universiteti nəşriyyatı.
10. OIV (International Organisation of Vine and Wine). (2022). *Compendium of international methods of wine and must analysis*. Paris.
11. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. (2006). *Handbook of enology, Volume 1: The microbiology of wine and vinifications* (2nd ed.). Wiley.
12. Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of enology, Volume 2: The chemistry of wine stabilization and treatments* (2nd ed.). Wiley.
13. Singleton, V. L., & Draper, D. E. (1963). The transfer of phenolic compounds during winemaking. *American Journal of Enology and Viticulture*, 14(3), 117–126.
14. Türker, N. (2018). Üzüm işleme teknolojileri ve şarap üretimi. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.