

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТОВАРОЗНАВСТВА ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 641/612.3

Ощипок І. М.,
д.т.н., проф., завідувач кафедри харчових технологій, Львівський торговельно-економічний
університет, м. Львів

ЯКІСТЬ ВИНОГРАДНИХ ВИН, ЇХ ПІДБІР І КОНТРОЛЬ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Анотація. У статті досліджені питання аналізу технології виготовлення виноградних вин, їх класифікація згідно з ДСТУ 4806:2007, досліджені проблеми їх фальсифікації та способи визначення якості вина для потреб ресторанного бізнесу. Наведені дані про хімічний склад вина, деякі його важливі компоненти та методи їх визначення, що традиційно застосовуються у виноробстві. Наведено баланс хімічного складу та співвідношення мінеральних і органічних речовин виноградного суслу та вина. Проаналізовано визначення вмісту етанолу та інших спиртів, органічних кислот хімічними методами, кількісне визначення альдегідів. Вивчено питання ферментативного аналізу етанолу, метанолу, гліцеролу, глюкози та фруктози, молочної і лимонної кислот у вині. Розглянутий капілярний електрофорез для розділення органічних кислот: щавлевої, мурашиної, винної, яблучної, бурштинової, лимонної, оцтової, молочної, пропіонової, масляної. Альтернативою традиційним методам дослідження можуть бути біосенсори – нові прилади аналітичної біотехнології. Проте, щоб зайняти нішу в цій галузі, такі прилади мають бути недорогими та надійними, а методи аналізу – швидкими, простими у використанні, дешевими і, що вкрай важливо, рентабельними.

Ключові слова: вино, методи, дослідження, технологія, підробка, ресторан.

Oshchypok I. M.,
Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Food Technologies, Lviv University of
Trade and Economics, Lviv

QUALITY OF GRAPE WINES, THEIR CHOICE AND CONTROL FOR THE RESTAURANT ENTERPRISES

Abstract. The article deals with the analysis of the technology of making grape wines, their classification in accordance with State Standard of Ukraine 4806:2007, as well as the study of the problem of their falsification and methods for quality determining for the needs of restaurant business. The data on the chemical composition of the wine, some of its important components and methods for their determination, which are traditionally used in wine making, is given. The balance of chemical composition and the ratio of mineral and organic substances of grape mash and wine is given. The determination of the ethanol content and other alcohols, organic acids by chemical methods, quantitative determination of aldehydes has been analyzed. The problem of enzymatic analysis of ethanol, methanol, glycerol, glucose and fructose, lactic and citric acid in wine was studied. Considered capillary electrophoresis for separation of organic acids: oxalic, antra, wine, apple, amber, citric, acetic, lactic, propionic and butyric. Alternative to traditional methods of research can be biosensors – new devices of analytical biotechnology. However, in order to occupy a niche in this area, such devices should be inexpensive and reliable, and the methods of analysis – fast, easy to use, cheap and, what is extremely important, cost-effective.

Keywords: wine, methods, research, technology, fake, restaurant.

Постановка проблеми. Вина є продуктом ферментації соку різних ягід і плодів, їх розділяють на виноградні та плодово-ягідні. Виноградні вина – це напої, які одержують у результаті спиртового бродіння виноградного суслу (м'якоть та сік винограду) або мезги (ягоди винограду, роздроблені разом із твердими частинами лози) [1].

Виноградне вино серед усіх алкогольних напоїв займає особливе місце, це пояснюється його непростим хімічним складом. Під час витримки у напої народжуються такі речовини, як альдегіди, складні ефіри, ацетали. Саме цей унікальний хімічний склад вина і зумовлює його бактерицидні, жарознижуючі, тонізуючі та інші властивості.

Дотепер заклади ресторанного господарства стикаються з проблемами фальсифікації виноградних вин. Технологічні операції з виготовлення вина значно відрізняються від роботи над будь-яким іншим напоєм. Ось чому фальсифіковане вино є не просто неякісним продуктом, що не відповідає стандартам, а й може зашкодити здоров'ю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багато уваги цьому питанню приділяли Валуйко Г. Г., Рібєро-Гайон Ж., Шольц Є. П., які досліджували технологію виноградних вин, Кишковський З. Н. вивчав питання хімії вин, Гугучкіна Т. І., Дзядевич С. В. – особливості біохімічного складу вина з технічних червоних сортів винограду нового

покоління, Гугучкін А. А. аналізував якісну характеристику вин з нових перспективних сортів винограду, Родопуло А. К. – біохімію виноробства, Авідзба А. М. – перспективи розробки нових біологічно активних продуктів харчування на основі винограду, опрацьовував питання товарознавства вин Сирохман І. В., Селіверстова І. В. проводила аналіз органічних кислот у виноградних винах при проведенні ідентифікації та ін.

Постановка завдання. Аналіз технології виготовлення виноградних вин згідно з наведеною класифікацією і дослідження проблеми їх фальсифікації. Способи визначення якості вина.

Вклад основного матеріалу дослідження. Натуральні, або столові (сухі та напівсолодкі) – вина, одержують повним чи неповним зброджуванням суслу або мезги, які містять етиловий спирт лише ендogenous походження. Сухі вина отримують повним зброджуванням виноградного соку. Вміст цукру в них – не більше 3 г/л, об'ємна частка спирту – 9-13% (рислінг, каберне, цинандалі). Напівсолодкі вина одержують неповним зброджуванням соку за різкого охолодження суслу, що бродить. Вміст цукру у напівсолодких винах – 30-80 г/л, спирту – 9-12 % об. (ахашені, псоу, кіндзмараулі). На рис. 1 наведена класифікація вин згідно з ДСТУ 4806:2007.



Рис. 1. Класифікація вин згідно з ДСТУ 4806:2007

Виноградні вина за вмістом у них етилового спирту та цукру з урахуванням технології приготування розрізняють [2].

Спеціальні, або десертні (міцні, напівсолодкі та солодкі) – вина, які одержують повним чи неповним зброджуванням суслу або мезги з додаванням етилового спирту. У міцних винах вміст цукру становить 30-80 г/л, спирту – 17-20 % об. (портвейн, херес, мадера, марсала). У напівсолодких спеціальних винах міститься 50-120 г/л цукру, 15-16 % об. спирту (хванчкара, твиші). У солодких винах вміст цукру становить 140-200 г/л, спирту – 16-17% об. (кагор, мускат, токай).

Ароматизовані – вина, що їх виготовляють, додаючи у виноматеріали екстракт різноманітних частин рослин чи їхніх дистилятів. Вміст цукру в них – 80-140 г/л, спирту – 16-18 % об. (вермут).

Ігристі (сухі, напівсухі, напівсолодкі та солодкі) – вина, які одержують вторинним зброджуванням у закритих резервуарах сухого виноградного вина з додаванням цукру та спеціальної культури дріжджів. Вміст цукру – 30-80 г/л, спирту – 11-13 % об. (шампанське).

Окрім того, вина поділяють на вироблені європейським (зброджується добре віджатий сік) і кахетинським (бродиння відбувається у присутності мезги – шкірки та кісточок винограду) способами. Тверді частинки мезги передають вину, приготовленому кахетинським способом, барвники та дубильні речовини. Вважають, що за фізіологічною активністю вина цього типу перевершують виготовлені за європейською технологією [1].

Під час виготовлення білого вина бродінню підлягає віджатий виноградний сік. У процесі виробництва червоного вина у бродінні бере участь не лише сік, але і м'якоть, шкірка та кісточка винограду. Пігменти шкірки надають червоному вину його колір, а таніни й інші речовини шкірки та кісточок – терпкий аромат і в'язучий смак. Під час виготовлення рожевих вин бродіння розпочинають у присутності шкірки та м'якоті винограду, а приблизно через добу сік віджимають, і його бродіння відбувається далі окремо.

Компоненти, що входять до складу вина, можуть бути класифіковані таким чином:

- Сполуки, які надходять у вино з винограду (вода, зв'язані кислоти, цукри, феноли, пектини, азотовмісні сполуки, мінеральні сполуки, клейкі речовини, ферменти, ароматичні сполуки, вітаміни).

- Сполуки, що утворюються у процесі спиртового бродіння (етанол, вищі спирти, багатоатомні спирти, зв'язані та вільні кислоти, кетони, альдегіди, ефіри та двоокис вуглецю).

- Сполуки, які додають до вина у процесі ферментації (двоокис сірки, компоненти спеціальних вин), та сполуки, що утворюються під час дозрівання вина у результаті інших, ніж спиртове бродіння, процесів (органічні кислоти – продукти яблучно-молочнокислого та оцтовокислого бродіння).

Виноградні вина є багатокомпонентними системами. До їхнього складу входять органічні кислоти, вуглеводи, спирти та багато інших сполук. Вміст інгредієнтів вина широко варіює залежно від різновиду й сорту винограду, кліматичних, геологічних, агротехнічних та інших умов. За якісним та кількісним вмістом компонентів вин можна судити про натуральність напоїв і правильність технології їх виробництва [9,10].

В останні роки у виноробстві постала велика проблема присутності на ринку збуту фальсифікованих вин. Не завжди вміст пляшки відповідає етикетці на ній. До того ж, існує імовірність придбати не натуральне вино, а штучно зроблений напій. Особливо ця проблема актуальна в ресторанному господарстві, де не можуть мати місце випадки заміни або підміни вин, особливо у закладах преміум-класу.

Наведемо дані про хімічний склад вина, деякі його важливі компоненти та методи їх визначення, що традиційно застосовуються у виноробстві.

З огляду хімії виноградне сусло – це в основному вода. 18-25% його маси становлять цукри, кількість яких змінюється залежно від сортів винограду та його зрілості. Від 0,3 до 1,5 % маси суслу становлять органічні кислоти: дві найголовніші – винна та яблучна і в невеликих кількостях – лимонна, щавлева, глюкуронова, глюконова тощо. Крім того, у виноградному суслі виявлено 20 амінокислот (у вільному стані й у складі білків), пігменти, таніни, ароматичні речовини, вітаміни, ферменти та мінеральні солі [11].

Основним за кількісним вмістом компонентом вина також є вода біологічного походження, яка потрапляє до виноградних ягід із ґрунту разом із мінеральними речовинами. У воді розчинені й містяться у колоїдному або суспендованому стані понад 500 різноманітних органічних та мінеральних сполук. Їх можна розділити на дві групи: леткі речовини та екстрактивні [11].

До летких речовин вина належать ті сполуки, що виокремлюються під час кип'ятіння та звітрюються при кімнатній температурі. Це етиловий спирт і так звані ароматичні речовини вина. Аромат вину надає складний комплекс сполук, до якого входять ефірні олії винограду та речовини, що виникають у процесі бродіння суслу і витримання вина. На сьогодні виділено понад 350 ароматичних компонентів, представлених спиртами, альдегідами, кетонами, леткими кислотами, вищими та терпеновими спиртами, фенолокислотами, складними ефірами [5].

Екстрактивні речовини вина містять нелеткі компоненти органічного й мінерального походження, а саме: вуглеводи, кислоти, фенольні, азотисті, мінеральні речовини та багатоатомні нелеткі спирти.

Баланс хімічного складу та співвідношення мінеральних і органічних речовин виноградного суслу та вина наведено у табл. 1, 2 [5].

Таблиця 1
Співвідношення органічних і
мінеральних компонентів сусла та вина,
% від маси

Речовина	Сусло	Столове вино		Десертне вино
		біле	червоне	
Вода	80,3	89,4	88,4	70,0
Мінеральні речовини	0,4	0,2	0,3	0,3
Органічні речовини	19,3	10,4	11,3	29,7
У тому числі етиловий спирт	Сліди	8,8	9,6	12,9

Таблиця 2
Хімічний склад сусла та вина, г/л

Речовина	Сусло	Столове вино		Десертне вино
		біле	червоне	
Ароматичні речовини	0,15	1,0	1,2	0,6
Екстрактивні речовини	200	20,0	24,0	180
У тому числі:				
Вуглеводи (до 20 найменувань)	189	2,5	4,5	167
Цукри	3,0	1,0	2,0	1,5
Полісахариди	3,0	1,0	2,0	1,5
Органічні кислоти (35 найменувань)	7,5	7,0	6,0	5,0
Фенольні речовини (до 60 найменувань)	0,9	0,3	1,5	0,6
Азотисті речовини (до 45 найменувань)	0,5	0,2	0,3	0,4
Мінеральні речовини (до 20 найменувань)	4,0	1,5	2,5	3,5
Гліцерол та інші багатоатомні спирти	Немає	8,0	9,5	3,5
Етиловий спирт (% об.)	Сліди	11,0	12,0	16,0

Найбільшою кількістю органічних речовин — переважно етанолу та вуглеводів — характеризуються десертні (спеціальні) вина. У столових (натуральних) винах значно більше води, ароматичних речовин, органічних кислот та інших дієтично корисних сполук. Столові вина, особливо червоні, містять набір біологічно активних речовин [4].

Відповідно до ДСТУ 2163-93 “Виноробство. Терміни і визначення” [2] фальсифікація – це зміна з корисливими намірами типу або складу та якості вина, нормативно-технічної документації, оформлення готової продукції та інших засобів, спрямованих на збут і споживання вина, а також використання у виноробстві прийомів, способів або речовин, заборонених чи непередбачених “Основними правилами виробництва виноградних вин”. Виходячи з цього, можна сказати, що фальсифікованими є вина, які:

- містять речовини, не дозволені “Основними правилами виробництва виноградних вин” (штучні барвники, підсолоджувачі);

- містять речовини, дозволені “Основними правилами виробництва виноградних вин”, але у дозах, що перевищують допустимі норми (лимонну кислоту, діоксид сірки);

- мають на етикетці не відповідну до вмісту інформацію;

- вироблені з використанням неузаконених технологій.

Відомими є такі способи фальсифікації вин:

- розведення виноградного вина дешевими плодово-ягідними винами для збільшення його обсягу. Це найбільш поширений і в той же час найбільш грубий спосіб фальсифікації як у виробництві виноматеріалів, так і при реалізації. У результаті змінюються інтенсивність кольору, насиченість букета, зменшується міцність вина. Як правило, в такі вина додають різні хімічні компоненти (спирт, частіше технічний; цукрозамінники; штучні барвники);

- додавання хімічних елементів;

- галізація вина – це спосіб фальсифікації, який полягає в тому, що погані кислоти вина “поліпшуються” додаванням води до відомого об’єму продукції і наступним доведенням міцності і кислотності до визначених меж;

- шапталізація вина – спосіб полягає в обробці кислого сусла лужними агентами, а також у додаванні цукру до чи під час бродіння;

- петіотизація вина – це спосіб фальсифікації, коли вино отримують шляхом настоювання та бродіння цукрового сиропу на вижимках, які залишилися після відділення виноградного соку. Це дуже витончений спосіб фальсифікації у зв’язку з тим, що букет та колір натурального виноградного вина зберігається (а в деяких випадках навіть поліпшується), знижується лише вміст винної кислоти;

- шеелізація (додавання гліцерину). Цим методом користуються для зниження кислотності, гіркоти, збільшення солодкості, а також переривання процесу бродіння;

- підробка букета виноградного вина. Використовується в комплексі з іншими видами фальсифікації: застосовують суміш різних складних

ефірів (валеріанового, масляного), а також засушені квіти винограду;

- фарбування вина – застосовується для приховування інших підробок (наприклад, розведення);

- застосування консервантів з метою прискорення технологічного процесу виготовлення. Так, саліцилова кислота використовується для консервування дешевих, що легко закисають, виноградних вин;

- фальсифікація терміну витримки вина.

Виготовлення “штучних вин”. Для виробництва таких вин не потрібен виноградний сік, тому що вони є добре підбраною сумішшю компонентів, яка органолептично сприймається як виноградне вино. В її склад можуть входити вода, дріжджі, цукор, виннокислий калій, кристалічна винна та лимонна кислоти, танін, гліцерин, етиловий спирт, енантовий ефір та інші сполуки в залежності від “рецептури”.

Отже, всі види фальсифікації пов’язані з обманом споживача, тому що під назвою натурального вина виробляються та реалізуються продукти, які не відповідають його якості.

Визначення якості вина проводять різними способами, розглянемо основні з них.

Визначення вмісту етанолу та інших спиртів хімічними методами ґрунтується в основному на реакції окиснення з біхроматом калію, азотною кислотою або нітратом церію. У біхроматному методі етанол попередньо виділяють з аналізованого зразка дистиляцією, дифузиею або продуванням повітрям. Етиловий спирт окиснюється залежно від умов реакції до ацетальдегіду, оцтової кислоти або вуглекислого газу і води, відновлюючи біхромат-аніони до катіонів Cr^{3+} і змінюючи забарвлення суміші від жовто-оранжевого до синьо-зеленого. Етанол при цьому визначають або фотометруванням розчину окисника, або відтитруванням надлишку біхромату тіосульфатом натрію. Межа детекції спиртів із застосуванням хімічних методів аналізу становить 20 мкг для біхроматного методу і 100 мкг для цитратного.

Хімічними методами також виявляють у вині органічні кислоти. Так, детекцію лимонної кислоти здійснюють після її екстрагування на аніонообмінній колонці. Для проведення кількісного аналізу її окиснюють до ацетону, який після виділення дистиляцією визначають йодометрично.

Кількісне визначення альдегідів, наявних у вині, проводять із застосуванням бісульфітного методу, який ґрунтується на високій реакційній здатності альдегідів сполучатися з сірчистою кислотою та її кислотними солями [6].

Ферментативний аналіз – це метод специфічного визначення речовин, базований на використанні хімічних реакцій за участю ферментів. Методика проведення аналізу з використанням даного методу така. Усі компоненти штучної тест-системи – буфер, коферменти, активатори, допоміжні ферменти та зразок – змішують у фотометричній кюветі. Після вимірювання початкової екстинкції додають стартовий фермент, який ініціює реакцію. Наприкінці реакції проводять повторне вимірювання екстинкції тестової системи. Із різниці екстинкцій за рівнянням закону Ламберта-Бера розраховують концентрацію аналізованої сполуки. У більшості ферментативних методів прямому фотометричному вимірюванню доступне визначення концентрації допоміжних компонентів тестової системи – коферментів нікотинамідаденіндинуклеотид (НАД^+), нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат (НАДФ^+) $\text{НАД}/\text{НАДН}$ та $\text{НАДФ}/\text{НАДФН}$. Нікотинамідні коферменти – похідні вітаміну РР (нікотинаміду) (рис. 2). Нікотинамідаденіндинуклеотид та нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат входять до складу ферментів дегідрогеназ, які належать до класу оксидоредуктаз. За хімічною природою ці коферменти є динуклеотидами, в яких є моонуклеотиди аміду нікотинової кислоти та аденіну, сполучені за допомогою кисневого містка між залишками фосфату НАД^+ і НАДФ^+ , крім того, містить ще один залишок фосфату біля C_2 -атома рибози аденозинмонофосфату:

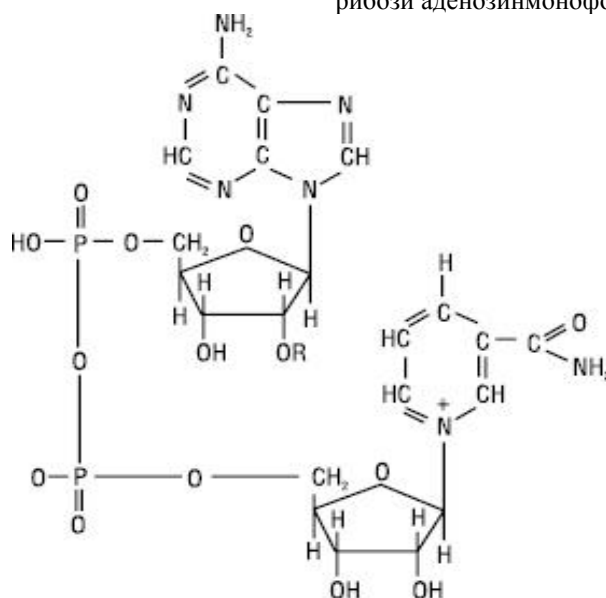


Рис. 2. Нікотинамідні коферменти

Кількість окиснених або відновлених коферментів стехіометрично співвідноситься з кількістю компонента, що аналізується. Для контролю ферментативних реакцій застосовують стандартні лабораторні фотометри. Загальна тривалість одного визначення є різною для різних речовин: від 10-25 хв. у разі визначення етанолу, гліцеролу, оцтової та яблучної кислот до 30-45 хв., необхідних для аналізу молочної кислоти та глюкози [5].

Ферментативне визначення етанолу у вині можна здійснювати декількома шляхами – із застосуванням ферментів алкогольоксидази або алкогольдегідрогенази. У ході алкогольоксидазної реакції етанол спочатку окиснюється до ацетальдегіду та пероксиду водню: $\text{Етанол} + \text{Кисень} \xrightarrow{\text{алкогольоксидаза}} \text{Ацетальдегід} + \text{Пероксид водню}$.

У результаті наступної реакції пероксиду водню з АВТS (2,2'-азинобіс-3-етилбензтіазолін-6-сульфонову кислотою) утворюється кольоровий продукт, який детектується фотометрично (довжина хвилі - 420 нм):

$\text{АВТS-2Н}_{\text{відн}} + \text{Пероксид водню} \xrightarrow{\text{пероксидаза}} \text{АВТS}_{\text{окисн.}} + 2\text{Н}_2\text{О}$. Застосовуючи даний метод, можна визначити до 0,001 г/л етанолу [5]. Недоліком цього методу визначення етанолу є його низька селективність.

Ферментативне визначення метанолу у вині проводять також із застосуванням алкогольоксидазної реакції, у результаті якої метанол окиснюється до ацетальдегіду та пероксиду водню. На другій стадії відбувається окиснення пероксидом водню одіанізидину, і утворений продукт детектується спектрофотометрично (довжина хвилі - 490 нм).

Цей метод визначення метанолу характеризується високою селективністю, проте має низьку чутливість. Інший ферментативний метод визначення метанолу, у якому на другій стадії утворений пероксид водню окиснює не одіанізидин, а *n*-фенілденіамін (причому реакція каталізується продуктом першої реакції – ацетальдегідом), навпаки, має вищу чутливість та меншу селективність.

Ферментативне визначення глюкози та фруктози у вині відбувається на декількох стадіях. На першому етапі глюкоза та фруктоза фосфорилуються АТФ у ході ферментативної реакції, що каталізується гексокіназою, у результаті якої утворюється глюкозо-6-фосфат та фруктозо-6-фосфат відповідно:

$\text{Глюкоза} + \text{АТФ} \xrightarrow{\text{гексокіназа}} \text{Глюкозо-6-фосфат} + \text{АДФ}$

$\text{Фруктоза} + \text{АТФ} \xrightarrow{\text{гексокіназа}} \text{Фруктозо-6-фосфат} + \text{АДФ}$.

Утворений глюкозо-6-фосфат окиснюється до глюконат-6-фосфату нікотинамід-аденіндинуклеотидфосфатом у присутності ферменту глюкозо-6-фосфатдегідрогенази. Кількість відновленого НАДФН відповідає кількості Г6Ф і, відповідно, кількості глюкози, яка була присутня у пробі вина.

$\text{Глюкозо-6-фосфат} + \text{НАДФ} \xrightarrow{\text{глюкозо-6-фосфатдегідрогеназа}} \text{Глюконат-6-фосфат} + \text{НАДФН} + \text{Н}^+$.

Відновлений НАДФ визначають спектрофотометрично при довжині хвилі 340 нм. Ферментативним методом можна встановити концентрацію глюкози 0,002 г/л.

Визначаючи концентрацію фруктози, утворений у першій реакції фруктозо-6-фосфат переводять у глюкозо-6-фосфат завдяки активності фосфоглюкоізомерази:

$\text{Фруктозо-6-фосфат} \xrightarrow{\text{фосфоглюкоізомераза}} \text{Глюкозо-6-фосфат}$.

Глюкозо-6-фосфат знову взаємодіє з НАДФ, утворюючи глюконат-6-фосфат та відновлений НАДФ, який детектується спектрофотометрично, як і в попередньому випадку.

Ферментативне визначення гліцеролу у вині відбувається тристадійно. На першій стадії гліцерокіназа каталізує фосфорилування гліцеролу до гліцерол-3-фосфату із використанням АТФ:

$\text{Гліцерол} + \text{АТФ} \xrightarrow{\text{гліцерокіназа}} \text{Гліцерол-3-фосфат} + \text{АДФ}$.

На другій стадії АДФ знову перетворюється на АТФ у реакції з фосфоенолпіруватом, яку каталізує піруваткіназа:

$\text{АДФ} + \text{Фосфоенолпіруват} \xrightarrow{\text{піруваткіназа}} \text{АТФ} + \text{Піруват}$.

Нарешті, на третій стадії утворений у другій реакції піруват перетворюється на лактат під дією ферменту лактатдегідрогенази за участю НАДН:

$\text{Піруват} + \text{НАДН} + \text{Н}^+ \xrightarrow{\text{лактатдегідрогеназа}} \text{НАД}^+ + \text{Лактат}$.

Детекцію НАДН, кількість якого пропорційна концентрації гліцеролу у пробі вина, здійснюють при 334, 340 чи 365 нм.

Використовуючи ферментативний метод аналізу, можна визначати концентрації гліцеролу на рівні 0,001 г/л.

Ферментативне визначення молочної кислоти у вині. Молочна кислота (лактат) окиснюється нікотинамідаденіндинуклеотидом до пірувату в реакції, що каталізується лактатдегідрогеназою. У присутності глутамату піруват перетворюється на аланін у реакції, що каталізується глутаматпіруваттрансaminaзою:

$\text{Лактат} + \text{НАД}^+ \xrightarrow{\text{лактатдегідрогеназа}} \text{Піруват} + \text{НАДН} + \text{Н}^+$

$\text{Піруват} + \text{Глутамат} \xrightarrow{\text{глутаматпіруваттрансaminaза}} \text{Аланін} + \alpha\text{-Кетоглутарат}$.

Кількість НАДН, що утворюється у реакції, вимірюють спектрофотометрично при 340 нм.

Ферментативне визначення лимонної кислоти у вині. Цитрат перетворюється на щавлевооцтову та оцтову кислоти у реакції, що каталізується цитратліазою:

$\text{Лимонна кислота} \xrightarrow{\text{цитратліаза}} \text{Оксалоацетат} + \text{Ацетат}$

$\text{Оксалоацетат} + \text{НАДН} + \text{Н}^+ \xrightarrow{\text{малатдегідрогеназа}} \text{Малат} + \text{НАД}^+$

$\text{Ацетат} + \text{НАДН} + \text{Н}^+ \xrightarrow{\text{лактатдегідрогеназа}} \text{Лактат} + \text{НАД}^+$.

У присутності малатдегідрогенази та піруватдегідрогенази щавлевооцтова кислота та її декарбокільоване похідне, пірвіноградна кислота, перетворюються на яблучну й молочну кислоти у присутності НАДН. Кількість НАДН, окисненого до

НАД⁺, пропорційна кількості лимонної кислоти, вимірюється при 340 нм.

Застосовуючи цей метод, можна визначити до 0,002 г/л лимонної кислоти.

Капілярний електрофорез – метод розділення, базований на різниці електрофоретичної рухливості заряджених частинок у водних та неводних буферних електролітах, які містяться у капілярах.

Здійснюючи аналіз методом капілярного електрофорезу, пробу невеликого об'єму вводять у кварцевий капіляр, заповнений електролітом. До капіляра прикладають напругу від -25 до +25 кВ. Під дією електричного поля компоненти проби починають рухатися по капіляру з різною швидкістю, яка залежить від їхньої структури, заряду та молекулярної маси і, відповідно, у різний час досягають детектора. Основними методами детекції в разі застосування капілярного електрофорезу є фотометричне в УФ-видимій ділянці спектра (пряме та непряме) та флюорометричне (пряме та непряме) визначення. У результаті проведеного електрофоретичного аналізу отримують електрофореграму з певною послідовністю піків досліджуваних речовин. При цьому якісною характеристикою речовини є час її міграції, а кількісною – висота або площа піка, пропорційна концентрації сполуки у досліджуваній речовині. За методом капілярного електрофорезу спочатку аналізують стандартні розчини з відомими концентраціями речовин і для кожного компонента будують градувальну залежність відгуку детектора від концентрації речовини, після чого аналізують пробу невідомої сполуки та за градувальним графіком знаходять концентрацію речовин, що досліджуються [8].

Найчастіше метод капілярного електрофорезу застосовують для визначення у вині вмісту органічних кислот [3, 8]. Для розділення органічних кислот (щавлевої, мурашиної, винної, яблучної, бурштинової, лимонної, оцтової, молочної, пропіонової, масляної) у вині використовують варіант капілярного зонного електрофорезу з негативною полярністю напруги. Детектування ведуть непрямим способом в УФ-ділянці спектра при 254 нм. В основі розділення кислот – міграція їхніх аніонних форм під дією електричного поля внаслідок різної електрофоретичної рухливості. Першими мігруватимуть невеликі та швидкі неорганічні аніони (хлорид, сульфат, нітрат), потім усі, починаючи зі щавлевої, аніони органічних кислот, що визначаються. Діапазони вимірюваних концентрацій у середньому становлять 0,5-200 мг/л [8]. Слід зазначити, що за необхідності визначення у винах фумарової кислоти потрібна додаткова оптимізація умов розділення, оскільки у звичайних умовах фумарова кислота мігрує разом із винною кислотою. У разі визначення аскорбінової та бензойної кислот у вині методом капілярного електрофорезу використовують пряму детекцію, оскільки ці компоненти вина мають у ділянці 254 нм смуги поглинання того чи іншого ступеня інтенсивності.

За допомогою методу капілярного електрофорезу визначають також якісний та кількісний склад у вині неорганічних катіонів та аніонів [7],

амінокислот [3, 8], барвників, ароматичних альдегідів і вітамінів, попередньо здійснивши їх екстрагування, фільтрування та центрифугування [8].

Безперечними перевагами цього методу є: можливість одночасного визначення декількох сполук, висока ефективність розділення, малий об'єм аналізованої проби та буферів (не більше 1-2 мл на день), проста та недорога апаратура, експресність і низька собівартість одиничного аналізу. До недоліків методу належать його невисока концентраційна чутливість і вимога до аналізованих сполук розчинятись у воді та в розбавлених водноорганічних сумішах [8].

Для кількісного визначення органічних кислот вина застосовують також гравіметричний метод. Таким чином може бути детектована винна кислота після переведення її у форму кальцієвої солі.

Класичні методи визначення етанолу полягають у попередній відгонці спирту з наступним денситометричним або рефрактометричним аналізом дистилляту. Наявність інших летких сполук, які відганяються разом зі спиртом, заважає аналізу. Недоліками його є невисока специфічність, значні витрати часу та незручність у разі виконання серійних аналізів.

Визначення масової концентрації антоціанів у вині може здійснюватися за показниками оптичної густини після стабілізації забарвлення виноматеріалу.

Отже, основними недоліками традиційних методів аналізу винопродуктів є висока вартість обладнання, велика трудомісткість та значна тривалість аналізу, а також необхідність попередньої підготовки проб до аналізу. Окрім того, таке обладнання досить важко ввести безпосередньо в технологічний процес. Різні речовини, що їх одержують у процесі ферментації, потрібно аналізувати одночасно, постійно і бажано в режимі реального часу. До того ж, завжди необхідні недорогі прилади для контролю якості отриманих продуктів.

Вирішенню питань про фальсифікацію вин повинні сприяти створення випробних станцій та лабораторій для проведення експертизи вина, якими повинні користуватися заклади ресторанного господарства, розробка нормативних документів та технологічних інструкцій виробництва. Введення державного контролю за виробництвом, розробка та впровадження систем управління якістю цієї продукції на основі стандартів ІСО серії 9000 – етапи реалізації заходів, спрямованих на захист прав споживачів.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Досліджені питання аналізу технології виготовлення виноградних вин, їх класифікація згідно з ДСТУ 4806:2007, опрацьовані проблеми їх фальсифікації та способи визначення якості вина. Наведені дані про хімічний склад вина, деякі його важливі компоненти та методи їх визначення, що традиційно застосовуються у виноробстві. Наведено баланс хімічного складу та співвідношення мінеральних і органічних речовин виноградного суслу та вина.

Попереджуючи фактори фальсифікації, необхідно запроваджувати суворі законодавчі акти, які б

регламентували дозволені технологічні методи виробництва та допустимі норми вмісту у продуктах виноробства ряду шкідливих речовин, а також санкційні заходи покарання за їх порушення. Саме цією необхідністю пояснюється поява в багатьох країнах світу законів про вино.

Альтернативою традиційним методам контролю можуть бути біосенсиори – нові прилади аналітичної біотехнології. Проте, щоб зайняти нішу в цій галузі, такі прилади мають бути недорогими та надійними, а методи аналізу – швидкими, простими у використанні, дешевими і, що вкрай важливо, рентабельними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Валуїко Г. Г. Технологія виноградних вин / Валуїко Г. Г. –Симферополь : Таврида, 2001. – 624 с.

2. Виноробство. Терміни і визначення : ДСТУ 2163-93 [Чинний від 1994-01-01]. – К., Держспожив-стандарт.

3. Особенности биохимического состава вина из технических красных сортов винограда нового поколения / [Т. И. Гугучкина, О.Н. Шелудько, Ю. Ф. Якуба и др.] // Сб. “Новации и эффективность производственных процессов в виноградарстве и виноделии”. – Т. II. – Краснодар : Виноделие, 2005. – С. 69-75.

4. Гугучкин А. А. Качественная характеристика вин из новых перспективных сортов винограда / А. А. Гугучкин, Н. М. Агеева, Т. И. Гугучкина // Виноделие и виноградарство. – 2001. – № 3. – С. 12-15.

5. Горюшкіна Т. Б. Виноградні вина. Хімічний склад та методи визначення / Т. Б. Горюшкіна, С. В. Дзядевич // Біотехнологія, 2008. Т. 1, № 2. – С. 24-38.

6. Кишковский З. Н. Химия вина / З. Н. Кишковский, И. М. Скурихин. — М. : Агропромиздат, 1988. – 273 с.

7. Козуб Г. Новое в производстве хереса / Г. Козуб, Б. Авербух. – Кишинёв : Карта молдовеняскэ, 1980.

8. Комарова Н. В. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза “Капель” / Н. В. Комарова, Я. С. Каменцев. – СПб. : Вѣда, 2006. – 212 с.

9. Родопуло А. К. Биохимия виноделия / Родопуло А. К. – М. : Пищевая промышленность, 1971. 428 с.

10. Родопуло А. К. Основы биохимии виноделия / Родопуло А. К. –М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 240 с.

11. Селиверстова И. В. Использование данных анализа органических кислот в виноградных винах при проведении идентификации / И. В. Селиверстова, Л. А. Иванова, А. А. Иванов // Партнеры и конкуренты. – 2003. – №5.

12. Сирохман І. В. Товарознавство продовольчих товарів : підручник / І. В. Сирохман, І. М. Задорожний, П. Х. Пономарьов. – К. : Лібра, 2007. – 600 с.

REFERENCES

1. Valuyko, G. G. (2001), *Tekhnologiya vinogradnykh vin*, Tavrida, Simferopol', 624 s.

2. Vinorobstvo. Termíny i viznachennya : DSTU 2163-93 [Chinniy vid 1994-01-01], K., Derzhspozhivstandart.

3. Osobennosti biokhimicheskogo sostava vina iz tekhnicheskikh krasnykh sortov vinograda novogo pokoleniya, T. I. Guguchkina, O. N. Shelud'ko, YU. F. Yakuba i dr. (2005), *Novatsii i effektivnost' proizvodstvennykh protsessov v vinogradarstve i vinodelii*, T. II, Vinodeliye, Krasnodar, s. 69-75.

4. Guguchkin, A. A. Ageyeva, N. M. and Guguchkina, T. I. (2001), *Kachestvennaya kharakteristika vin iz novykh perspektivnykh sortov vinograda*, Vinodeliye i vinogradarstvo, № 3, s. 12-15.

5. Horyushkina, T. B. and Dzyadevych, S. V. (2008), *Vynohradni vyna. Khimichnyy sklad ta metody vyznachennya*, Biotekhnolohiya, T. 1, № 2, s. 24- 38.

6. Kishkovskiy, Z. N. and Skurikhin, I. M. (1988), *Khimiyavina*, Agropromizdat, M., 273 s.

7. Kozub G. and Averbukh B. (1980), *Novoye v proizvodstve kheresa*, Kartya moldovenyaske, Kishinov.

8. Komarova, N. V. and Kamentsev, YA. S. (2006), *Prakticheskoye rukovodstvo po ispol'zovaniyu sistem kapillyarnogo elektroforeza «Kappell»*, Veda, SPb, 212 s.

9. Rodopulo, A. K. (1971), *Biokhimiya vinodeliya*, Pishchevaya promyshlennost', M., 428 s.

10. Rodopulo, A. K. (1983), *Osnovy biokhimii vinodeliya*, Legkaya i pishchevaya promyshlennost', M., 240 s.

11. Seliverstova, I. V. Ivanova, L. A. and Ivanov, A. A. (2003), *Ispol'zovaniye dannykh analiza organicheskikh kislot v vinogradnykh vinakh pri provedenii identifikatsii*, Partnery i konkurenty, №5.

12. Syrokhman, I. V. Zadorozhnyy, I. M. and Ponomar'ov, P. KH. (2007), *Tovarovnavstvo prodovol'chyykh tovariv*, Libra, K., 600 s.