

Д. Б. Кічура, І. Є. Никулишин, Б. О. Дзіняк
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра технології органічних продуктів
dariia.b.kichura@lpnu.ua

СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПРОДУКЦІЇ ВИНОРОБСТВА

<https://doi.org/10.23939/ctas2019.02.085>

Згідно із сучасними поглядами, забезпечення належного контролю винограду, виноматеріалу й вина незалежно від врожайності, умов року врожаю має гарантувати виробник та система забезпечення поетапного контролю на кожній ділянці виробництва. Наведено узагальнені результати методологічних розробок, запропоновані на основі існуючих методик для покращення якості оцінки виноматеріалів та вин. Методологічне забезпечення технохімічного контролю включає фізичні та хімічні показники та діапазони їх змін, методи їх аналізу та моніторинг якості продукції, науково-аналітичну інформацію. Для кожного етапу технохімічного контролю запропоновано критерії оцінювання якості виноматеріалів та готової продукції – вина. Для належного технохімічного контролю використовують інструментальні (фізичні та фізико-хімічні) та хімічні аналітичні методи досліджень. У результаті багаторічних досліджень система технохімічного контролю продукції виноробства дозволяє провести поетапний моніторинг кожної стадії виробництва й гарантувати якість отриманого вина.

Ключові слова: виноград, виноматеріал, технохімічний контроль, методи аналізу, критерії, вино.

Вступ

Технологія вина відкрита дуже давно, коли людина ще не мала виноградників, а збирала ягоди в лісі і заготовляла їх про запас. У почавлених ягодах за дії дикої мікрофлори сік бродив, утворюючи примітивне вино. Вино – це виноградний сік, консервований природним шляхом за допомогою винних дріжджів. Внаслідок бродіння вони перетворюють цукор ягід на етиловий спирт. “Вино – вираження культури людства. За більш ніж 8000-річну історію цей напій виявив себе як найбагатший продукт сучасної цивілізації... З перших записів про людські справи вино – це складова частина кожної події” (М. М. Гревеніг).

Завданням виноробів є постійне удосконалення вміння дегустації, залучення до оцінки вин комп'ютерної техніки та інших наук, які допомагали б об'єктивно оцінити якість вина. Вино – це продукт природи, створений руками майстрів і творчою енергією фахівців, тут багато нерозгаданих до цього часу таємниць, що криються в мистецтві створення високоякісних

вин. Адже відомо, що на якість вин впливає склад ґрунту, агротехніка, рельєф місцевості, склад добрив, які вносять у ґрунт під час вирощування винограду, методи оброблення винограду та кліматичні умови регіону. Тому одні й ті самі сорти винограду в різних зонах вирощування дають різні за складом і якістю вина, тому кажуть, що “вино народжується в тандемі виноградаря і винороба, в поєднанні цих спеціальностей”.

На склад і якість вин також значно впливають використовувані обладнання і апарати, технологічні прийоми, режими перероблення винограду і виробництва виноматеріалів, умови і способи їх оброблення, а також збереження і витримання. Створення нових вин вважають справжнім мистецтвом, а працю винороба справедливо порівнюють із творчістю скульптора і художника.

Мета дослідження – узагальнення відомих методичних розробок, які використовуються для технохімічного контролю у виноробстві. Сьо-

годні використовують понад 60 різноманітних методик для визначення показників виноробної продукції, а також органолептичних характеристик.

Матеріали та методи досліджень

Розрізняють методи кількісного аналізу – класичні: гравіметрія та титриметрія; до першого слід віднести визначення: відносної густини, золи, вологи, сульфатів; до другого: визначення: цукрів, кислот (летких, тированих), азоту, альдегідів, естерів, буферності та лужності. Також застосовують інструментальні методи: перше місце посідає хроматографія, за допомогою якої визначають масову концентрацію цукрів, етанолу, склад антоціанів і фенолів, вміст амінокислот, консервантів, інших допоміжних речовин, таких як: барвники (натуральні чи синтетичні), підсолоджувачі, ароматизатори, харчові добавки. До цих методів належать: фізичні – визначення: в'язкості, густини, сухих речовин, температури замерзання; рН.

Кожен етап технохімічного контролю: вхідний, технологічний, вихідний – передбачає свій набір критеріїв тих чи інших показників, які у результаті дають змогу забезпечити ефективний моніторинг якості готової продукції, саме – виноматеріалу та вина.

Результати досліджень та їх обговорення

Виноробство в багатьох країнах світу, де можливе культивування винограду, нині стало галуззю харчової промисловості. Сучасний стан поширення вирощування виноградної лози зумовлений певними еколого-географічними умовами. За континентами площі виноградних насаджень розподілено так, %: Європа – 66,9; Азія – 16,1; Америка – 10,0; Африка – 3,7; Океанія (Австралія і Нова Зеландія) – 3,3. За обсягом виробництва в світі виноград займає сьоме місце серед сільськогосподарських і перше серед ягідних культур. У світовому масштабі є близько 10 млн. га виноградників і виробляється понад 3 млрд. дал вина на рік. Основними експортерами виноробної продукції є Іспанія, Італія, Греція, Франція, Угорщина, а найбільше закуповують вин в світі США, Великобританія, Німеччина, Швейцарія.

Тепер розглянемо детальніше вплив кожного з етапів контролю. Вхідний контроль – це насамперед аналіз вихідної сировини: вино-

граду, – та допоміжних матеріалів й виноматеріалу для заводів вторинного виноробства. Тут слід вибирати комплексні показники, які дозволять оцінити фізико-хімічні характеристики та передбачити підхід до органолептичних показників, найважливішими з яких є: букет, смак, колір. Відтак, етап технологічного контролю – це регулювання процесів бродіння, дозрівання та стабілізації виноматеріалів. Контроль цих процесів дещо відрізняється залежно від того, яке вино мають одержати: столове, десертне чи кріплене. Оскільки в такому випадку взаємозв'язок між складовими органічних сполук, що входять до складу мезги й формують подальші характеристики виноматеріалу, доволі суттєвий через те, що та чи інша добавка по-різному впливає й може спричинити дисбаланс.

Площі насаджень виноградників у світі від 1951 до 1980 рр. постійно зростали, а за останні роки знизилися на 16 %. При цьому виробництво вин росло випереджальними темпами в 70-ті роки, що пояснювалося стійким приростом урожайності виноградників у світі. Деякі вчені вважають, що скорочення площ виноградників пов'язане зі збільшенням їх врожайності, хоча це доволі суперечливе твердження. Так, наприклад, у Європі існує чітке обмеження на збирання винограду з метою належного контролю якості продукції, що не може не радувати пересічного споживача.

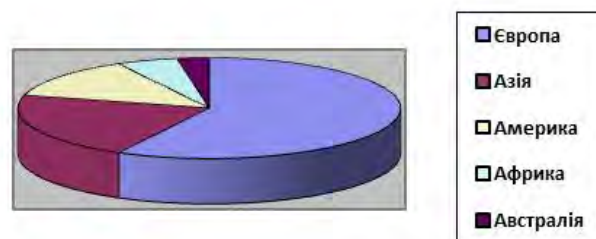


Рис. 1. Співвідношення масивів світових виноградників у світі

Різнманітність кольорових, ароматичних і смакових якостей вин характеризується багатокомпонентним складом винограду, життєдіяльністю дріжджів і оптимальним технологічним процесом виготовлення виноматеріалів. Всі нелеткі речовини, що містяться у вині, становлять його екстракт. Це вуглеводи, органічні кислоти та багатоатомні нелеткі спирти, які містять і гліцерин. Наявність гліцерину як продукту натурального (природного) бродіння

свідчить про натуральність вина і цим відрізняє його від соку.

Вуглеводи виноградного суслу, які походять з ягід винограду, і залишкові вуглеводи вина мають дуже важливе значення. По-перше, це джерело ендogenous спирту і діоксиду вуглецю, які виробляються дріжджами в процесі бродіння. По-друге, вони посилюють солодкість столових, напівсухих, напівсолодких, десертних і міцних вин. Незброджені цукри (пентоза, арабіноза, ксилоза) пом'якшують смак столових сухих вин. І останнє – вуглеводи в перетвореній формі покращують рідкісні (унікальні) властивості ігристих вин.

У виноробстві особливою роллю є фенольні речовини, які значно впливають на колір і смак вин. Деякі фенольні речовини беруть участь у процесах дозрівання і старіння вин і як біологічно активні речовини підвищують їхню дієтичну і лікувально-профілактичну цінність. Разом з харчовими кислотами вони забезпечують типовий смак виноматеріалів і самих вин. Кислотні властивості дають можливість утворювати зі спиртами естери, які сприяють благородному дозріванню вин під час їх витримання.

Відповідну роль у формуванні вина відіграють азотні речовини. Вони забезпечують розмноження і приріст біомаси дріжджів, сприяють формуванню типовості токайських вин, мадер і хересів. Але білкові речовини є причиною помутніння вин, а амінокислоти (похідні білкових речовин) – причиною небажаного окиснення шампанських виноматеріалів та столових білих вин. Із білковими речовинами пов'язані ферменти і більшість водорозчинних вітамінів вина. У винограді, дріжджах і молодому вині зустрічаються представники всіх шести класів ферментів. Найбагатші на вітаміни і ферменти всі ігристі вина пляшкового способу виготовлення, червоні вина, молоді столові і особливо червоні столові вина.

Отже, короткий узагальнюючий аналіз хімічного складу виноградного суслу і вина дає право віднести їх до натуральних харчових продуктів. Біологічна стійкість вина низька, а тому воно легко може захворіти, уразитись мікроорганізмами і підлягати різним видам помутніння.

Тепер звернемо детальну увагу на основні хімічні характеристики виноматеріалів та вин, які слід контролювати. Етиловий спирт – основний компонент вина, що визначає його тип і смакові особливості. Етиловий спирт як одна зі складових продукції виноробства надає останній характерні органолептичні особливості, підвищує стійкість вин під час їх зберігання, гальмує розвиток численних мікроорганізмів. Концентрацію етилового спирту водночас із вмістом інших сполук беруть до уваги під час класифікації вин, тобто з'ясування приналежності конкретного вина до певної групи, підгрупи та типу. Існує багато методів визначення етилового спирту: насамперед фізичні, хімічні та фізико-хімічні методи, що ґрунтуються на вимірюванні параметрів, що залежать від концентрації спирту у водно-спиртових розчинах. Найпоширеніший – метод визначення спирту за відносною густиною дистилату, що ґрунтується на визначенні температури кипіння водно-спиртових сумішей; рефрактометричний метод, який полягає у вимірюванні показника заломлення дистилату. Широко використовуються також хімічні методи визначення етилового спирту, що ґрунтуються на окисненні спирту біхроматом калію до оцтової кислоти. Методи цієї групи відрізняються способом встановлення надлишку біхромату калію; як окисник можна використовувати перманганат калію. Проте ці методи не знайшли широкого застосування через невисоку точність отриманих результатів.

Розрізняють загальний екстракт вина – сумарний вміст усіх нелетких речовин, і приведений екстракт – загальний екстракт вина без врахування вмісту цукрів. Методи для визначення екстракту вина поділяються на прямі, що ґрунтуються на випаровуванні вина і зважуванні одержаного залишку, і непрямі, за якими екстракт визначають без випаровування вина за показниками, що змінюють свої фізичні, хімічні або фізико-хімічні властивості пропорційно до зміни концентрації нелетких речовин, що містяться у вині.

Із цукрів у винограді та вині міститься, в основному, суміш глюкози та фруктози. В окремих сортах винограду у значних кількостях міститься сахароза. Методи визначення вмісту цукрів у вині належать до основних, оскільки їх

вміст характеризує тип вина та його смакові особливості. Кондиціями передбачено певний вміст цукрів у готовій продукції, і відхилення від стандарту є недопустимими. Наявність у літературі значної кількості методів визначення цукрів іноді створює певні труднощі під час їх вибору. У практичній роботі використовують, як правило, стандартні методи для тих чи інших об'єктів досліджень. У дослідницькій роботі використовують методи, які відзначаються високою точністю та враховують специфічні особливості об'єктів досліджень. Зокрема, нижче наведено методи, які рекомендують для таких досліджень: рефрактометричний, ареометричний, пікнометричний – для винограду і суслу; метод Бертрана – для точних визначень інвертного цукру; об'ємний метод прямого титрування – для виробничих визначень інвертного цукру; йодометричний метод – для визначення глюкози; колориметричний метод – для фруктози.

Основна частка альдегідів у вині припадає на оцтовий; інші альдегіди містяться у значно меншій кількості. Оцтовий альдегід – це не тільки побічний продукт бродіння, який утворюється при розкладанні цукрів, але й продукт окиснення спирту, що накопичується у винах при їх витримці. Вміст оцтового альдегіду може бути критерієм ступеня окиснення вина та визначати його тип. Це пояснюється тим, що вино різних типів характеризується різним ступенем окиснення, що зумовлено певним технологічним режимом їх обробки. При цьому, беручи безпосередню участь у формуванні букета вина, оцтовий альдегід також взаємодіє зі спиртом з утворенням ацеталей – важливих ароматичних компонентів вина. Для визначення вмісту оцтового альдегіду у виноробній промисловості найчастіше використовують колориметричний метод із фуксинсірчаною кислотою, йодометричний та бісульфітний методи.

Метилловий спирт – це природний компонент вина, який утворюється у процесі бродіння внаслідок розщеплення пектинових речовин. Вміст його у вині незначний – від 0,01 до 0,6 % об. від вмісту етилового спирту. Внаслідок токсичності та негативного впливу на аромат вина метилловий спирт є небажаним складником вина.

Для визначення вмісту метилового спирту існує багато різних методів, найоптимальнішими

для дослідження вина та продуктів виноробства є: аргентометричний метод, який ґрунтується на окисненні перманганатом калію метилового спирту у мурашиний альдегід, який, відтак, за дії хлорноватої кислоти у присутності нітрату срібла окиснюється до мурашиної кислоти з утворенням при цьому хлориду срібла та титруванням надлишку нітрату срібла роданідом амонію у присутності залізоамонійних галунів; колориметричний метод, який ґрунтується на вимірюванні оптичної густини розчину, одержаного після взаємодії фуксинсірчаної (або хромотропної) кислоти із формальдегідом, що утворюється під час реакції окиснення наявного у вині метанолу перманганатом калію у кислому середовищі та порівнянні інтенсивності одержаного фіолетового забарвлення із стандартним.

Естери суттєво впливають на органолептичні властивості вина, тому вони відіграють важливу роль у загальній будові вина. Естери утворюються як під час бродіння (внаслідок біохімічної етерифікації), так і при витримці вина (переважно внаслідок хімічної етерифікації). Є методи визначення загального вмісту естерів (ґрунтуються на екстрагуванні естерів із вина диетиловим етером та подальшому омиленні звільненого від естерів вина лугом) та середніх естерів (екстрагуванням їх петролейним етером або дистиляцією). Вміст у вині кислих естерів вираховують за різницею між загальним вмістом естерів та вмістом середніх естерів.

Титрована кислотність – найважливіший показник готової продукції, оскільки зумовлює значною мірою, разом з іншими сполуками, органолептичні властивості вина. Висока кислотність збільшує стійкість вина до окиснення його складових, до бактеріальних захворювань і металічних кваасів. Одночасно солі деяких органічних кислот можуть спричинити помутніння вина. Методики кислотно-основного титрування відрізняються один від одного переважно способами встановлення точки еквівалентності. Її визначають як точку під час титрування, в якій кількість додаваного титранту хімічно еквівалентна кількості титрованої речовини.

Основні кислоти, наявні у вині, г/дм³: винна (1,5–5), яблучна (0,05–5) і молочна (0,5–5); можна відзначити також оцтову (0,4–1,5), янтарну (0,25–1,5), галактуронову (0,1–1), лимонну (цитринову) (0–0,8) та слизову (до 0,5).

У різних винах названі кислоти перебувають у різних співвідношеннях. Титровані кислоти у виноробстві перераховують на винну кислоту.

Сірчистої кислоти у винограді не міститься, але широке використання сірчистої кислоти на всіх стадіях виробництва зумовлює її наявність у суслі та вині, іноді у значних кількостях. У первинному і вторинному виноробстві, починаючи з перероблення винограду і закінчуючи випуском готових вин, широко використовують диоксид сірки SO_2 (сірчистий ангідрид) як антисептик і антиоксидант. У виробництві використовують диоксид сірки, отримуваний спалюванням сірки; використовують також скраплений газ, який зберігається у балонах під тиском; використовують дисульфід калію (піросульфід калію, метасульфід калію, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$). У кожному із названих випадків диоксид сірки потрапляє у проміжні продукти виноробства та готові вина. Дозування залежно від мети використання коливається в межах 20–1000 мг/дм³ і більше. Диоксид сірки з'являється у вині також природним шляхом – у процесі бродіння як побічний продукт життєдіяльності дріжджів (до 50 мг/дм³ і більше).

Потрапляючи у вино, диоксид сірки розчиняється, реагуючи з водою, і перетворюється на сульфитну кислоту (сірчисту кислоту, H_2SO_3), яка практично миттєво дисоціює, перетворюючись на аніони HSO_3^- і SO_3^{2-} . Отже, у водному середовищі встановлюється динамічна рівновага між неіонізованим (молекулярним) розчиненим діоксидом сірки і названими аніонами, а саме:



Визначення наявності сірчистої кислоти – це один з найважливіших аналізів під час контролю первинного виноробства, під час обробки і витримки вин та контролю готової продукції. Максимально допустимий загальний вміст SO_2 у готовому вині – 200 мг/дм³, зокрема вільного SO_2 – 20 мг/дм³.

У напівпродуктах і готовій продукції виноробства є різні мінеральні речовини, серед яких можна виділити залізо, мідь, свинець. Концентрація заліза є одним із важливих показників якості. Залізо – це один із найважливіших елементів мінерального складу вина, який бере участь у окисдаційних процесах і, окрім цього, зумовлює деякі вади вина. Вміст заліза у

винограді невеликий – декілька мг/дм³. Проте, використання машин та апаратів під час одержання та обробки вин спричинює нагромадження у вині заліза у великих кількостях – до 50 мг/дм³ і вище, що негативно впливає на якість готового продукту. Тому, якщо вміст заліза у вині перевищує допустимі норми, у виноробстві широко використовується обробка виноматеріалів жовтою кров'яною сіллю.

Масова концентрація заліза у виноградному суслі перебуває у межах 8–30 мг/дм³, у вині 1–15 мг/дм³. Залізо міститься як неорганічний, так і в органічній формі, утворюючи сполуки з органічними кислотами, фенольними речовинами та ін. Його концентрація залежить від сорту винограду, складу ґрунту, агротехнічних заходів. Із сировини до вина потрапляє незначна кількість заліза – лише 3–5 мг/дм³. Значно більша його кількість з'являється у напівпродуктах переробки винограду, виноматеріалах під час перебігу технологічних операцій, переважно внаслідок контакту із незахищеними поверхнями транспортних засобів, виноробного обладнання та резервуарів.

Висновки

Технохімічний і мікробіологічний контроль виноробства здійснюють сертифіковані та деякі приватні лабораторії, що обслуговують одночасно значну кількість винзаводів. Вони оснащені всіма видами зв'язку (факс, телетайп, телефон, транспорт) і автоматичними лініями комплексного аналізу вина на найбільш передовому рівні. Наприклад, 50 проб вина об'ємом 3–5 мл кожна, протягом кількох годин зокрема і вночі) аналізують за 10-ма основними показниками складу вина, одночасно обробляючи і роздруковуючи отримані дані на комп'ютері.

На винзаводах, особливо під час крупномасштабної обробки і розливу вин, різко зростає ступінь автоматизації, комп'ютеризації та використання робототехніки. Технологічне обладнання все більше оснащується системами керування: від мікропроцесорів і ЕОМ до систем керування якістю продукції. На вантажно-розвантажувальних роботах основним видом техніки стають прості і складні промислові роботи. Роботи останнього покоління керують основними технологічними процесами. Так, фірма “Саллору Біру” (Японія) розробила і комплектує лінії

розливу вина роботами, що володіють “зором”. Кожен такий робот оснащено трьома відеосенсорами, які використовують для бракеражу пляшок із продуктивністю 24 тис. штук на годину.

Технічний прогрес у світовому виноробстві останнім часом розвивається в межах концепції “здорове життя” – свіжість, фізіологічна цінність, знижена калорійність і мінімальне використання харчових добавок. Пріоритетний розвиток отримує біотехнологія і мембранна технологія, зокрема використання селективних мембран для фільтрування і концентрування соків, пресових фракцій суслу, обробки відходів виноробства. Стійкість готових вин до колоїдних помутнень забезпечується до двох років за допомогою ферментних композицій широкої дії, в особливих випадках – з одночасним використанням препаратів захисних колоїдів рослинного походження.

Література

1. Кишковский З. Н., Мержаниан А. А. *Технология вина*. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 503 с.
2. Валуйко Г. Г. *Технология виноградных вин*. – Симферополь: Таврида, 2001. 618 с.
3. Ковалевский К. А., Ксенжук Н. И., Слезко Г. Ф. *Технология и техника виноделия*: УП. К.: ИНКОС, 2004. 560 с.
4. Валуйко Г. Г., Косюра В. Т. *Справочник по виноделию*. Симферополь: Таврида, 2000. 623 с.
5. Глазунов А. И., Царану И. Н. *Технология вин и коньяков*. М: Агропромиздат, 1988. 342 с.
6. Шольц Е. П., Понамарев В. Ф. *Технология переработки винограда*. М.: Агропромиздат, 1990. 448 с.
7. Кишковский З.Н., Скурихин И.М. *Химия вина*. – М.: Агропромиздат, 1988. – 312 с. 8. Гержикова В. Г. К вопросу о диагностике склонности виноматериалов и вин к помутнениям физико-химического характера. / В. Г. Гержикова *Магарач. Виноградарство и виноделие*. – Ялта, 2017 № 1. С. 46-40.
9. Аникина Н. С. *Методология идентификации подлинности вин* // Н. С. Аникина, В. Г. Гержикова, Н. В. Гниломедова, Д. Ю. Погорелов; под ред. д.т.н. Н. С. Аникиной. – Симферополь: ДИАПИ. 2017. 152 с.
10. Гниломедова Н. В. Обоснование показателей для диагностики наличия запрещенных добавок в винах // Н. В. Гниломедова, Н. С. Аникина, Н. С. Червяк, О. В. Рябина // *Магарач. Виноградарство и виноделие*. Ялта, 2018. № 1. С. 40–43.
11. Аникина Н. С. Современное методическое обеспечение теххимического контроля в виноделии // Н. С. Аникина, В. Г. Гержикова, Д. Ю. Погорелов, Н. В. Гниломедова, О. В. Рябина // *Магарач. Виноградарство и виноделие*. Ялта, 2018. № 4. С. 78-80.
12. *Хімія та біохімія вина. Лабораторний практикум*. / за заг ред. Є. П. Шольца–Куликова. Київ: УДУХТ, 2001. 220 с.
13. Валуйко Г. Г. *Технология виноградных вин*. – Симферополь: Таврида, 2001. 618 с.

D. B. Kichura, I. E. Nykulyshun, B. O. Dzinyak

Lviv Polytechnic National University,

Department of technology by organic products

MODERN VIEW ON TECHNOLOGICAL CHEMICAL CONTROL PRODUCTS OF VINEYAGE

Modern view of ensuring the proper control of grapes, wine material and wine, regardless of yield, of the harvest year condition, must be guaranteed by the producer and a system of phased control at each production site. The article summarizes the results of methodological developments proposed on the basis of existing methods for improving the quality of evaluation of wine materials and wines. The techno-chemical control methodological supports includes criteria exactly physical and chemical parameters and their variation range, methods their analysis product quality monitoring points and procedure, and scientific and analytical information. For each stage techno-chemical control set criteria has been proposed to ensure high quality of the wine material and finished product – wine. For proper techno-chemical control, instrumental (physical, physico-chemical) and chemical analytical methods should be used. As a result of many years of research the system techno-chemical control in winemaking products was equipped with an advanced methodological framework that allows monitoring in order to obtain quality wine materials and wines based on them.

Key words: grapes, wine materials, techno-chemical control, methods analysis, criteria, wine.