

УДК 663.3

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.6.32>

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА КРАФТОВИХ СИДРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

Демидова Є. В. – доктор філософії (PhD),
доцент кафедри технологій та безпеки харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0002-7933-4251

Синенко Т. П. – доктор філософії (PhD),
доцент кафедри технологій та безпеки харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0002-5300-5142

Горбатюк О. В. – магістр факультету харчових технологій
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0009-0008-5073-1190

У статті обґрунтовано та розроблено інноваційну технологію виробництва функціональних напівсолодких і солодких сидрів методом купажування. Основу напоїв становить яблучний сидровий матеріал, збагачений сиропами дикорослих ягід: обліпихи (*Hippophae rhamnoides*), калини (*Viburnum opulus*) та чорноплідної горобини (*Aronia melanocarpa*). Актуальність дослідження зумовлена зростаючим попитом на слабоалкогольні напої із підвищеною біологічною цінністю та необхідністю впровадження принципів сталого використання місцевої природної сировини в контексті сучасних тенденцій здорового харчування.

Для реалізації мети було досліджено вплив введення сиропів дикорослих ягід у діапазоні 5–15 % (від маси сидрового матеріалу) на якісні характеристики готових зразків. Для виробництва сидрового матеріалу використовувалися чисті культури дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, а кінцевий продукт класифікувався як напівсолодкий (5% сиропу) або солодкий (10% сиропу). Якість напоїв контролювалася стандартними методами визначення об'ємної частки етилового спирту (ДСТУ 4112.3–2002), масової концентрації цукрів і титрованих кислот. Оцінку функціональних властивостей проводили шляхом вимірювання вмісту фенольних сполук, флавоноїдів та антиоксидантної активності (за методом DPPH). Сенсорну оцінку виконували профільним методом відповідно до ДСТУ ISO 6658:2005.

В результаті експерименту встановлено, що оптимальною для формування гармонійного смако-ароматичного профілю є концентрація сиропів 5–10%. Зразки з 15% вмістом ягідних сиропів мали надмірну цукристість (до 9,65 г/100 см³), що перевищує нормативні вимоги для солодкого сидру, і характеризувалися посиленою терпкістю, тому визнані недоцільними для промислового застосування. Додавання 10% сиропів забезпечило найкращі органолептичні характеристики, формуючи збалансований кисло-солодкий смак і приємний ягідно-фруктовий аромат.

З точки зору функціональної цінності, найвищі показники продемонстрували сидри з калиною та чорноплідною горобиною, що містили максимальний вміст поліфенолів (до 36,3 мг/100 см³) та найвищу антиоксидантну активність (до 48,3%). При цьому сидри з обліпихою вирізнялися вираженим свіжим ароматом, а напої з чорноплідною горобиною – глибоким кольором і легкою, але приємною терпкістю.

Запропонована технологія дозволяє ефективно розширити асортимент слабоалкогольних напоїв крафтового сегмента та значно підвищити їх біологічну цінність.

Отримані результати підтверджують доцільність використання дикорослих ягід як природних джерел біоактивних компонентів у виробництві функціональних сидрів, що є важливим внеском у розвиток регіонального виробництва та впровадження концепції сталого харчування.

Ключові слова: сидр, рослинна сировина, дикорослі ягоди, крафтові продукти, технологія, нетрадиційна сировина, мікробіологічні показники.

Demydova Ye. V., Synenko T. P., Horbatiuk O. V. Technological aspects of craft cider production using unconventional raw materials

The article substantiates and develops an innovative technology for the production of functional semi-sweet and sweet ciders using the blending method. The basis of the beverages is apple cider material enriched with osmotic syrups of wild berries: sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*), viburnum (*Viburnum opulus*), and black chokeberry (*Aronia melanocarpa*). The relevance of the study is driven by the growing demand for low-alcohol beverages with enhanced biological value and the need to implement the principles of sustainable use of local natural raw materials, in line with modern healthy eating trends.

To achieve this goal, the effect of adding wild berry syrups in the range of 5–15% (of the weight of the cider material) on the quality characteristics of the finished samples was investigated. Pure cultures of *Saccharomyces cerevisiae* yeast were used to produce the cider material, and the final product was classified as semi-sweet (5% syrup) or sweet (10% syrup). The quality of the beverages was controlled using standard methods for determining the volume fraction of ethyl alcohol (DSTU 4112.3–2002), and the mass concentration of sugars and titratable acids. The functional properties were evaluated by measuring the content of phenolic compounds and flavonoids, and the antioxidant activity (using the DPPH method). Sensory evaluation was performed using a profile method in accordance with DSTU ISO 6658:2005.

The experiment showed that a syrup concentration of 5–10% is optimal for forming a harmonious taste and aroma profile. Samples with a 15% content of berry syrups had excessive sugar content (up to 9.65 g/100 cm³), which exceeds the regulatory requirements for sweet cider, and were characterized by increased tartness, therefore they were deemed unsuitable for industrial use. The addition of 10% syrups provided the best organoleptic characteristics, forming a balanced sweet and sour taste and a pleasant berry and fruit aroma.

In terms of functional value, the highest scores were demonstrated by ciders with viburnum and black chokeberry, which contained the maximum content of polyphenols (up to 36.3 mg/100 cm³) and the highest antioxidant activity (up to 48.3%). At the same time, ciders with sea buckthorn were distinguished by a pronounced fresh aroma, and drinks with black chokeberry – by a deep colour and a light but pleasant tartness.

The proposed technology allows for the effective expansion of the range of low-alcohol beverages in the craft segment and significantly increases their biological value. The results obtained confirm the feasibility of using wild berries as natural sources of bioactive components in the production of functional ciders, which is an important contribution to the development of regional production and the implementation of the concept of sustainable nutrition.

Key words: cider, plant raw materials, wild berries, craft products, technology, non-traditional raw materials, microbiological indicators.

Постановка проблеми та її актуальність. Сучасний ринок харчових продуктів характеризується зростаючим попитом на інноваційні, натуральні та функціональні напої, що поєднують привабливі органолептичні властивості з високою біологічною цінністю та безпечністю. Серед таких продуктів особливе місце займає сидр – слабоалкогольний ферментований напій на основі фруктові сировини, що відзначається вмістом органічних кислот, фенольних сполук, мінералів та вітамінів, а також проявляє антиоксидантні, протизапальні та загальнооздоровчі властивості. Водночас традиційні технології виробництва сидру здебільшого орієнтовані на використання яблук культурних сортів, що обмежує спектр функціональних можливостей готового продукту.

В умовах посилення конкуренції на ринку плодово-ягідних вин та тенденцій до здорового харчування актуальним стає пошук нетрадиційної сировини для створення нових видів сидру. Значний науково-практичний інтерес становлять дикорослі ягоди (обліпіха, калина, горобина тощо), які є джерелом біологічно

активних речовин, зокрема поліфенолів, вітамінів та мікроелементів, проте наразі залишаються малозадіяними у виробництві слабоалкогольних напоїв. Їх включення до рецептур сидру не лише дозволяє підвищити функціональну цінність напою, а й сприяє формуванню унікальних сенсорних характеристик та регіональної ідентичності продукту.

Таким чином, існує науково–практична проблема, що полягає у необхідності розробки технологій функціональних сидрів на основі дикорослої рослинної сировини, які відповідатимуть сучасним вимогам до якості, безпечності та інноваційності харчових продуктів, забезпечуючи водночас раціональне використання місцевих ресурсів та розширення асортименту крафтових напоїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сидр належить до традиційних слабоалкогольних напоїв, технологія виробництва якого сформувалася у різних країнах світу залежно від місцевих сортів фруктів, кліматичних умов і культурних традицій споживання. На сучасному етапі розрізняють кілька основних видів сидру – яблучний, грушевий (перрі) та айвовий, однак останніми роками активно розширюється асортимент за рахунок використання нетрадиційної фруктово-ягідної сировини, зокрема бузини, чорної смородини, малини, калини, обліпихи, абрикоса, персика, інжиру, тропічних фруктів тощо [1]. Така тенденція свідчить про постійне зростання популярності сидру та інноваційні пошуки у напрямі поліпшення його органолептичних і функціональних властивостей.

Франція є одним із провідних світових виробників сидру, де напій характеризується вмістом етилового спирту близько 5 %, високою чистотою складу та типовим сухим смаком. Основою французьких технологій є використання спеціалізованих сортів яблук, які формують характерний аромат і кислотно-цукровий баланс. У французькому сидроварінні виокремлюють три основні категорії: *cidre fermier* (фермерський сидр, виготовлений безпосередньо на фермі), *cidre bouché* (ремісничий сидр із природним газоутворенням) та продукцію із сертифікацією Appellation d'Origine Contrôlée (AOC), що гарантує дотримання регламентованих вимог щодо сировини та відсутності штучних добавок [2].

У країнах Європейського Союзу технологічні системи виробництва сидру регламентуються Європейською асоціацією виробників сидру та фруктових вин (AICV), тоді як національні асоціації встановлюють детальні норми щодо технології, маркування та географічного походження (PGI). Наприклад, у Франції та Іспанії враховується поняття «теруар», яке визначає зв'язок якості продукту з географічним регіоном виробництва. Іспанські сидри класичного типу здебільшого реалізуються через мережу місцевих сидерій (*sidrerías*), мають тихий характер (без залишкових цукрів і додаткової газифікації), відзначаються помірною терпкістю та підвищеною леткою кислотністю, що формується під час природного зброджування [3].

В Австрії визначено дві категорії сидру: *sidra* та *sidra natural*, які виробляють виключно з натурального яблучного соку без використання концентратів. Вони класифікуються за вмістом цукрів як сухі, напівсухі або солодкі, із вмістом спирту не менше 5% [3]. Британський сидр характеризується повною натуральністю – відсутністю доданого цукру чи штучного насичення вуглекислим газом. Популярним є нефільтрований вид сидру *scrumpy*, який містить до 12 % спирту [3,4]. У США та Канаді сидр традиційно виробляють у фермерських господарствах, де споживачам пропонують свіжовичавлений або ферментований напій як локальний продукт короткого ланцюга постачання [3].

Сучасні технології сидроваріння, на відміну від класичних, стали уніфікованішими та більш контрольованими, що забезпечується вдосконаленням процесів ферментації, освітлення, стабілізації та зберігання. Принципова схема технологічного процесу включає: приймання, миття й подрібнення яблук, пресування мезги, ферментативну обробку пектолітичними препаратами, відстоювання при низьких температурах, зброджування чистими культурами дріжджів у контрольованих умовах (14–18 °C) протягом 3–6 тижнів, подальше відстоювання та витримання матеріалу до 12 місяців з можливим перебігом яблучно-молочного бродіння. Виробники також відзначають, що застосування пектолітичних ферментів дозволяє підвищити вихід соку та полегшує його освітлення після бродіння [5].

В Україні специфічні сидрові сорти яблук із високим вмістом фенольних сполук не визначені, тому дослідження спрямовані на підвищення антиоксидантної цінності сидру шляхом збагачення його рослинною таніновмісною сировиною. Як показано у [6], дикорослі яблука та груші потенційно придатні для сидроваріння, однак мають обмежене промислове застосування через невизначеність джерел постачання. Серед альтернативних матеріалів було виділено виноградне гребеневе сушло та подрібнену дубову деревину, які містять високу концентрацію фенольних речовин без небажаних органолептичних змін у напої.

Дослідження [7] підтвердили ефективність настоювання м'язги із застосуванням ферментних препаратів, що забезпечує максимальний перехід фенольних сполук у виноматеріал і покращує його дегустаційні характеристики. Автори підкреслюють важливість оптимізації кислотного-фенольного показника для формування гармонійного смаку сидру.

Інноваційні напрями у виробництві слабоалкогольних напоїв передбачають використання нетрадиційної дикорослої сировини. Так, у роботі [8] описано технологію виготовлення напою з дикої гірської журавлини, який відзначається підвищеним вмістом хлорогенової та галоїчної кислот і високими сенсорними оцінками. Дослідження [9] засвідчує перспективність індійських оливок для виробництва сидру з використанням дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, що дає змогу скоротити післязбиральні втрати. У роботі [10] розглянуто можливість отримання ферментованого напою на основі агрусу та плодів *Aegle marmelos Correa*, який характеризувався підвищеною антиоксидантною активністю та стабільністю під час зберігання.

Отже, проведений аналіз наукових джерел свідчить про те, що перспективним напрямом розвитку сидроваріння є використання нетрадиційних плодів і ягід як джерел природних антиоксидантів, що сприяє підвищенню біологічної цінності, органолептичної привабливості та різноманітності сидрів. Впровадження таких технологій відповідає сучасним тенденціям виробництва функціональних напоїв і стійкого використання природної сировини.

Формулювання цілей статті. Мета дослідження полягає у створенні технології виробництва сидру з використанням дикорослих ягід (обліпихи, калини, горобини чорноплідної).

Для реалізації поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- обґрунтувати доцільність залучення дикорослих ягід у процес виробництва сидру;
- визначити їхні технологічні властивості з метою встановлення оптимального співвідношення у рецептурі напою та прогнозування впливу на його якісні показники;
- дослідити вплив рецептурних складників на органолептичні та фізико-хімічні характеристики модельних зразків;

– встановити технологічні параметри виготовлення сидру з дикорослих ягід;
– розробити технологію виробництва напоїв, провести комплексні дослідження його якості та відстежити зміни у процесі зберігання.

Об'єктом дослідження є процес розроблення та удосконалення технології виробництва сидру з використанням сировини дикорослого походження.

Предметом дослідження виступають компоненти, що застосовуються для виготовлення сидру – яблучна сировина та сиропи з дикорослих ягід; органолептичні та фізико-хімічні показники модельних зразків на їх основі; а також комплексна оцінка якості отриманих слабоалкогольних напоїв.

Виклад основного матеріалу.

Планування експерименту та методики досліджень. Для виробництва сидру використовується наступна сировина:

- яблука сорту Скіфське золото, вирощені у садах Сумського НАУ відповідно до вимог ДСТУ 7075:2009;
- дикорослі ягоди – обліпіха (*Hippophae rhamnoides*), калина звичайна (*Viburnum opulus*), чорноплідна горобина (*Aronia melanocarpa*), зібрані у Сумському районі;
- осмотичні (вітамінізовані) сиропи з дикорослих ягід згідно з ТІ 01.4-04718013-003:2022;
- дріжджі сидрові або винні, що відповідають вимогам ДСТУ 7455:2013.

Плоди калини звичайної (*Viburnum opulus*), обліпіхи (*Hippophae rhamnoides*) та чорноплідної горобини (*Aronia melanocarpa*) були заготовлені у листопаді 2024 р. на території Сумського району. Осмотичну дегідратацію проводили за технологією розробленою науковцями Сумського НАУ [11]. Отриманий осмотичний екстракт відділяли та використовували як складову частину у технології виробництва сидру.

Яблучний сік одержували шляхом подрібнення нарізаних плодів яблук за допомогою лабораторної соковижималки. Сировину збирали у стерильні ємності для подальшого відстоювання. Побічні продукти (шкірочка та насіння) відокремлювали й спрямовували на подальшу переробку (виробництво пастили, харчових порошків тощо). Середній вихід нефільтрованого яблучного соку становив близько 70 %. Отриманий сік витримували протягом 24 год за температури 18 °С для самоосвітлення. У результаті процесу на дні ємності утворювався осад, на поверхні – піна, а в середній частині – освітлений сік, який відділяли шляхом декантації та використовували у подальших дослідженнях.

Дріжджі вносили із розрахунку 2 г на 10 л сусла (2 г/дал). Суху дріжджову біомасу попередньо гідратували у теплій воді у співвідношенні 1:10 та витримували протягом 20 хв при температурі 25 °С, після чого суспензію додавали до яблучного сусла.

Під час виконання експериментальних досліджень застосовували загальноприйняті методики технохімічного контролю, які використовуються у виноробній промисловості.

Масову концентрацію розчинних сухих речовин визначали до вимог ДСТУ 8402:2015, об'ємну частку етилового спирту визначали ареометричним методом згідно з ДСТУ 4112.3–2002. Масову концентрацію титрованих кислот встановлювали титруванням у присутності індикатора за методикою ДСТУ 4112.13–2002. Вміст цукрів визначали перманганатометричним методом відповідно до ДСТУ 7669:2014 та ДСТУ 4112.5–2002. Значення водневого показника (рН) вимірювали за допомогою рН-метра.

Загальну кількість поліфенольних сполук оцінювали за модифікованою методикою з використанням реактиву Фоліна–Чіокалтеу [12], а вміст флавоноїдів – за методикою, описаною у [13]. Антиоксидантну активність досліджували за методом DPPH [14]. Кількість ароматоутворюючих речовин (число аромату) визначали методом, що ґрунтується на здатності хромової суміші окиснювати ароматичні сполуки [15].

Сенсорний аналіз смакових і ароматичних властивостей дослідних зразків проводили профільним методом відповідно до ДСТУ ISO 6658:2005. Цей підхід дає змогу оцінити вплив різних факторів на якісні показники продукту, встановити відмінності між зразками, а також простежити зміни характеристик під час зберігання. Для проведення дегустаційної оцінки була сформована комісія з п'яти експертів.

Процедура дегустації сидрів передбачала наливання 50 мл зразка у дегустаційний бокал, послідовне визначення кольору, аромату, смаку, післясмаку та загальної гармонійності [16]. Для характеристики ароматичного профілю використовували систему дескрипторів: спиртуозність, яблучний, фруктовий, сірководневий, дріжджовий та свіжий відтінки. Інтенсивність кожної ознаки, а також загальне враження, оцінювали за п'ятибальною шкалою. Кожен зразок оцінювали тричі, результати фіксували у дегустаційних листах. Обробку отриманих даних здійснювали статистично та візуалізували у вигляді пелюсткових діаграм (профілограм).

Статистичну обробку даних виконували з використанням стандартного пакета Microsoft Excel. Застосовували кореляційно-регресійний аналіз, а також загальноприйняті методи обчислення середнього арифметичного та стандартного відхилення. Рівень надійності результатів визначали за довірчою ймовірністю $P \geq 0,95$.

Результати досліджень. Для приготування дослідних зразків у сидрову основу додавали сиропи дикорослих ягід у кількості 5, 10 та 15% (обліпіхи – K11, K12, K13, калини – K21, K22, K23 та чорноплідної горобини – K31, K32, K33) від маси сидрового матеріалу. Такі концентрації забезпечували отримання напоїв напівсолодкого та солодкого типу. Додавання ягідних сиропів спрямовувалося на гармонізацію органолептичних характеристик сидру та розширення його асортименту за рахунок купажних варіантів. Вплив внесення різних видів сиропів на фізико-хімічні показники отриманих зразків наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники дослідних зразків сидру (n=3, $P \geq 0,95$)

Зразок	Об'ємна частка спирту, % об.	Масова концентрація цукрів, г/100 см ³	Масова концентрація титрованих кислот, г/100 см ³
C01 (контроль)	5,3±0,1	0,11±0,02	0,47±0,01
K11 (5%)	5,6±0,1	3,15±0,02	0,49±0,01
K21 (5%)	5,4±0,1	3,20±0,02	0,48±0,01
K31 (5%)	5,5±0,1	3,05±0,02	0,48±0,01
K12 (10%)	6,1±0,1	6,21±0,02	0,52±0,01
K22 (10%)	6,0±0,1	6,42±0,02	0,50±0,01
K32 (10%)	6,1±0,1	5,92±0,02	0,49±0,01
K13 (15%)	8,5±0,1	9,21±0,02	0,54±0,01
K23 (15%)	8,5±0,1	9,65±0,02	0,52±0,01
K33 (15%)	8,6±0,1	8,70±0,02	0,51±0,01

Згідно з отриманими результатами, дослідні зразки за показниками об'ємної частки етилового спирту та титрованої кислотності відповідали вимогам ДСТУ 4836:2007. За масовою часткою цукрів встановлено, що зразки K11, K21 і K31 (із вмістом сиропів 5%) відносяться до напівсолодких сидрів. Варіанти K12, K22 і K32 (із додаванням 10% сиропів) класифікуються як солодкі сидри. Натомість зразки K13, K23 і K33 (з концентрацією сиропів 15%) характеризувалися надмірним вмістом цукрів, що виходить за межі нормативних вимог, тому їх використання не є доцільним.

На рис. 1 представлено зовнішній вигляд отриманих дослідних зразків сидру.

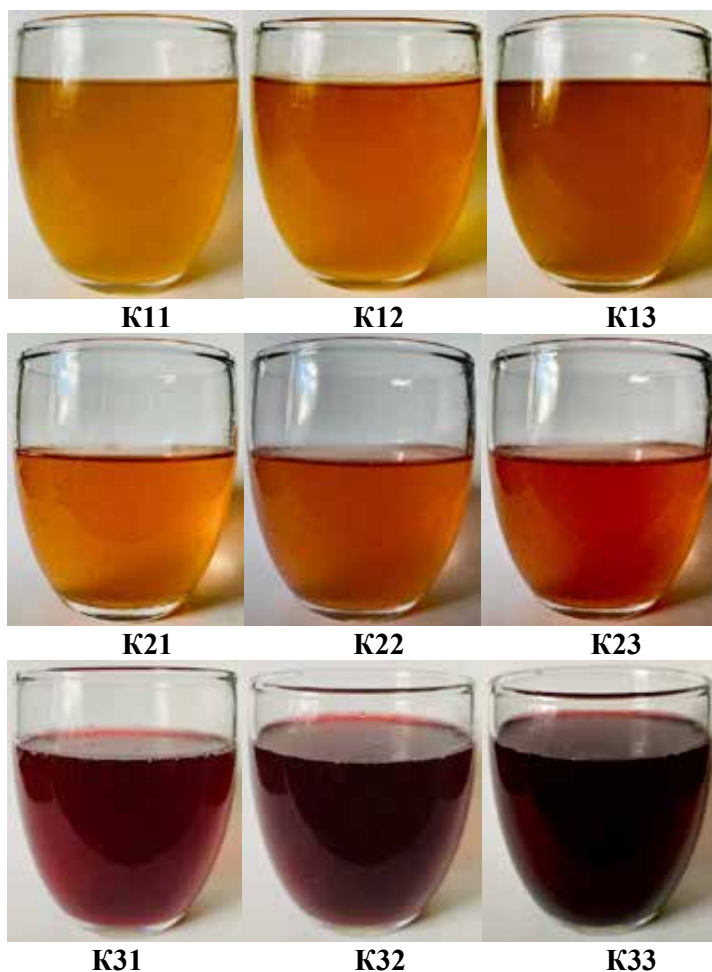


Рис. 1. Зовнішній вигляд дослідних зразків сидру

Результати оцінювання органолептичних показників представлено у вигляді профілограми (рис. 2).

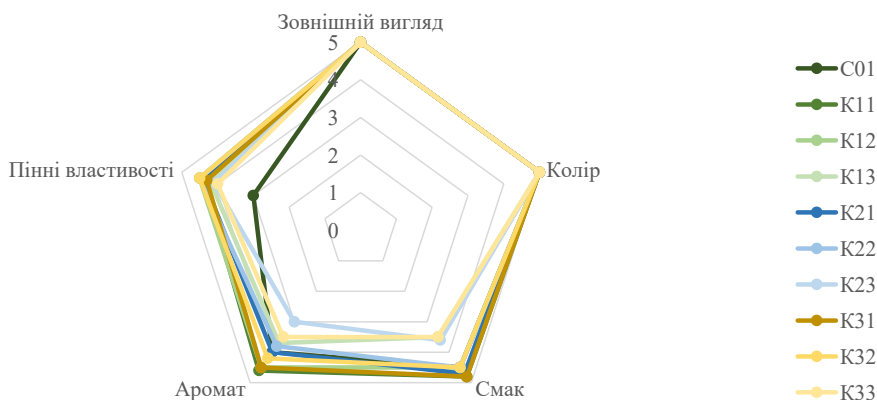


Рис. 2. Профілограма органолептичних показників дослідних зразків сидру

Аналіз профілограми (рис. 2) показав, що всі дослідні зразки сидру із додаванням сиропів дикорослих ягід характеризувалися високими сенсорними показниками. Основні відмінності між ними стосувалися смако-ароматичних профілів та інтенсивності їх прояву. Зразки з сиропом обліпихи (K 11, K12, K13) відзначалися насиченим характерним ароматом, інтенсивність якого зростала зі збільшенням вмісту сиропу. При максимальній концентрації (15%) у смаку домінував солодко-терпкий відтінок.

Зразки з сиропом калини (K21, K22) при додаванні 5 і 10% вирізнялися поєднанням сидрово-калинового аромату з легкими квітковими та етиловими нотами, солодким смаком і помірною терпкістю. Водночас при концентрації 15% спостерігалася посилення терпкого тону та поява відчутного гіркуватого присмаку.

Зразки з сиропом чорноплідної горобини у кількості 5 і 10% мали гармонійний аромат із сидрово-горобиновими та квітковими відтінками, солодко-кислий смак із легкою терпкістю. Збільшення частки сиропу до 15% зумовлювало надмірно солодко-терпкий смак, що негативно впливало на загальне сприйняття напою.

Узагальнення результатів фізико-хімічного та органолептичного аналізів дозволяє стверджувати, що оптимальним є використання сиропів дикорослих ягід у кількості 5–10%. У цьому діапазоні досягається вирівнювання кислотності, відповідність об'ємної частки спирту та масової частки цукрів нормативним вимогам, а також формуються напої з чистим приємним ароматом і збалансованим солодкувато-кислим смаком, що забезпечує повну гармонію органолептичних властивостей сидру.

На основі проведених досліджень було розроблено рецептури напівсолодких і солодких сидрів із додаванням сиропів дикорослих ягід (таблиці 2, 3)

Розроблену технологію отримання напівсолодкого та солодкого сидру методом купажування сидрового матеріалу з осмотичними сиропами дикорослих ягід представлено на рис. 3.

Усі сировинні компоненти проходили контроль якості згідно з чинною нормативною документацією. Підготовку сировини здійснювали за класичною технологічною схемою виробництва сидру. З яблук отримували сік, який після механічного очищення та освітлення використовували як сидровий матеріал.

Таблиця 2

Рецептури напівсолодкого сидру

Найменування інгредієнтів	Витрати на виробництво напівсолодкого сидру, л/100 дал (л/1000 л)		
	Яблучно-обліпиховий	Яблучно-калиновий	Яблучно-чорноплідно-горобиний
Сидровий матеріал	979,45	979,45	979,45
Сироп обліпихи	51,55	-	-
Сироп калини	-	51,55	-
Сироп чорноплідної горобини	-	-	51,55
Всього	1031,0	1031,0	1031,0

Таблиця 3

Рецептури солодкого сидру

Найменування інгредієнтів	Витрати на виробництво солодкого сидру, л/100 дал (л/1000 л)		
	Яблучно-обліпиховий	Яблучно-калиновий	Яблучно-чорноплідно-горобиний
Яблучно-сидровий матеріал	927,9	927,9	927,9
Сироп обліпихи	103,1	-	-
Сироп калини	-	103,1	-
Сироп чорноплідної горобини	-	-	103,1
Всього	1031,0	1031,0	1031,0

Бродіння проводили з використанням штамів дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, які забезпечують повне зброджування цукрів без утворення надлишкової піни й сприяють формуванню гармонійного аромату сидру. До охолодженого та пастеризованого сусла ($t = 18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$) вносили активовані дріжджі, після чого здійснювали інтенсивне перемішування протягом 3–5 хв. Первинне бродіння тривало 18–20 діб за температури $18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ із періодичним контролем температури, вмісту цукрів та етилового спирту. Завершення процесу визначали за припиненням виділення діоксиду вуглецю через гідрозатор і появою прозорості напою. Після закінчення бродіння сидровий матеріал зливали з осаду та піддавали освітленню шляхом охолодження до температури $(4 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ із витримкою протягом 2–3 діб. Отриманий освітлений напій використовували для подальшого купажування.

Купажування здійснювали у резервуарі-змішувачі шляхом додавання до сидрового матеріалу сиропів дикорослих ягід у кількості 5–10% від маси напою. Суміш ретельно перемішували протягом 5–10 хв до отримання однорідного складу.

Розлив проводили у товстостінні пляшки, здатні витримувати внутрішній тиск, після чого відбувалося вторинне бродіння за участю природної мікрофлори або внесених чистих культур дріжджів. Процес тривав 5–7 діб при температурі $18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$. У цей період утворювався діоксид вуглецю, що надає напою шипучих властивостей. Для зупинення бродіння та стабілізації залишкової солодкості сидр охолоджували до температури $(4 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Після завершення технологічного циклу готовий продукт стабілізували, маркували та фасували у картонну тару, обгорнуту

поліетиленовою плівкою. Готовий сидр відповідав вимогам стандартів якості та мав термін зберігання до 180 діб.

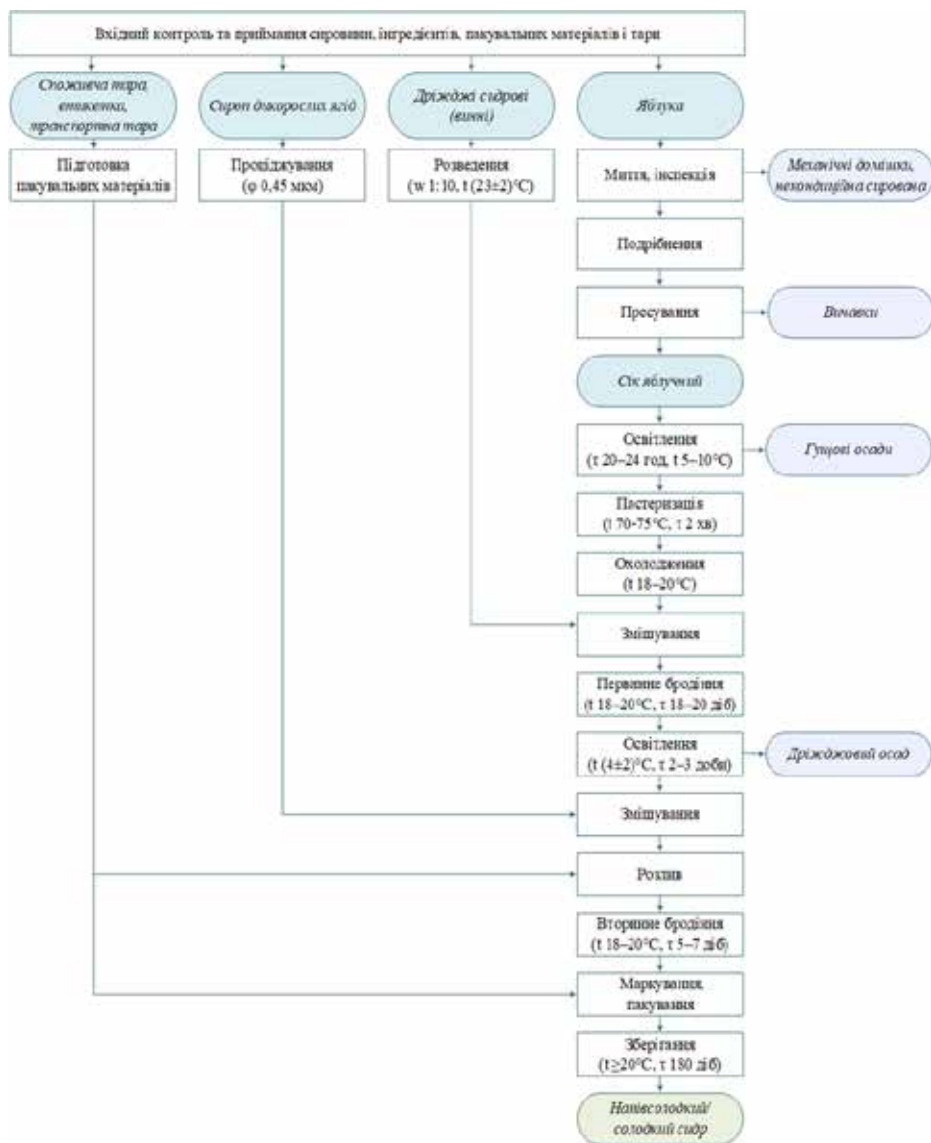


Рис. 3. Технологічна схема виробництва напівсолодкого та солодкого сидру

Пляшки з готовим сидром маркують етикетками, після чого пакують у транспортну тару – картонні ящики, обгорнуті поліетиленовою плівкою. Готову продукцію направляють до фірмових магазинів і на підприємства оптово-роздрібної торгівлі. Термін зберігання готових напоїв становить до 180 діб за умови дотримання рекомендованого температурного режиму.

За результатами досліджень встановлено, що всі розроблені зразки напівсолодких і солодких сидрів відповідають вимогам ДСТУ 4836:2007 за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками.

Солодкі та напівсолодкі сидри – це напої, що являють собою напівпрозору рідину без осаду та сторонніх включень. Колір сидру залежить від використаного у технології ягідного сиропу: для обліпихового характерний світло-янтарний відтінок, для калинового – від світло-рожевого до насичено-рожевого, а для сидру з чорноплідною горобиною – від червоного до бурштинового.

Сидри мають свіжий, чистий і приємний букет, у якому гармонійно поєднуються ноти яблук та доданих ягідних сиропів (обліпихового, калинового, горбинового). Відчувається легкий квітковий-винний аромат, без сторонніх присмаків і запахів. Під час наливання утворюється характерна піна з дрібними пухирцями вуглекислого газу.

Напівсолодкі сидри мають гармонійний яблучно-ягідний (обліпиховий, калиновий, горбиновий) смак із приємним поєднанням солодкості та кислотності, легкою терпкістю та відсутністю сторонніх тонів. **Солодкі сидри** характеризуються насиченим яблучно-ягідним (обліпиховим, калиновим, горбиновим) смаком, м'якою солодкістю та вираженою, але приємною терпкістю, без небажаних присмаків.

Такі сидри поєднують природну свіжість яблучного соку з ароматом дикорослих ягід, що надає їм яскравих органолептичних властивостей і підвищує споживну привабливість.

Об'ємна частка спирту в напівсолодких зразках становила 5,4–5,6 %, а в солодких 6,0–6,1 %, що повністю узгоджується з нормативним діапазоном 5,0–9,0 %. Незначне підвищення цього показника у солодких сидрах пояснюється більшою кількістю ферментованих цукрів, внесених із осмотичними сиропами дикорослих ягід.

Масова концентрація цукрів у напівсолодких сидрах коливалася в межах 3,05–3,20 г/100 см³, що відповідає межах для даного типу напоїв (3,0–5,5 г/100 см³). У солодких сидрах вміст цукрів становив 5,92–6,42 г/100 см³, що знаходиться в нормативному діапазоні 6,0–8,0 г/100 см³. Таким чином, за вмістом цукрів розроблені зразки чітко класифікуються як **напівсолодкі** та **солодкі** відповідно.

Масова концентрація титрованих кислот, розрахована на яблучну кислоту варіювала від 0,48 до 0,52 г/100 см³. Оптимальне співвідношення кислотності й цукристості забезпечує гармонійний смак сидру з характерною фруктовий-ягідною свіжістю.

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів у зразках не перевищувала 1×10 КУО/г, що значно нижче допустимого рівня (5×10² КУО/г), що свідчить про високий санітарний стан виробництва та ефективність термічної обробки сировини.

Бактерії групи кишкових паличок, патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду *Salmonella*, плісняві гриби не виявлені в жодному зразку сидру, що підтверджує дотримання гігієнічних умов при виробництві та розливі напоїв та свідчить про мікробіологічну безпеку розроблених сидрів.

Вміст дріжджів становив 1×10 КУО/г, що значно нижче допустимого рівня (5×10 КУО/г), і підтверджує завершеність процесу бродіння та стабільність готового продукту.

Таким чином, проведений мікробіологічний аналіз довів, що розроблені сидри характеризуються високими показниками мікробіологічної чистоти та повністю

відповідають вимогам чинної нормативної документації, що забезпечує їх безпечність і належну якість під час зберігання

Солодкі та напівсолодкі сидри, отримані методом купажування з ягідними сиропами, поєднують традиційну технологію виробництва з елементами функціонального збагачення, що відповідає сучасним тенденціям розвитку напоїв підвищеної харчової та біологічної цінності.

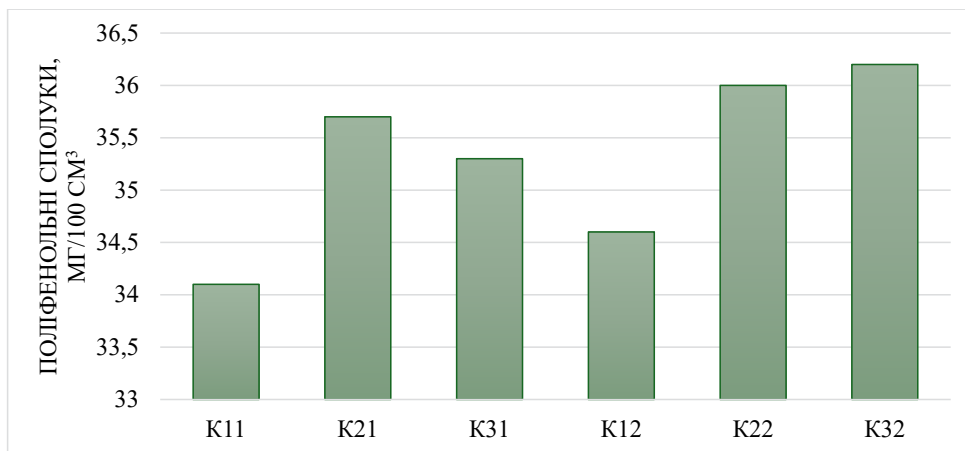


Рис. 4. Вміст поліфенольних сполук у розроблених зразках сидра

Згідно з результатами дослідження (рис. 4), вміст поліфенольних сполук у розроблених сидрах варіює в межах 34,1–36,3 мг/100 см³, залежно від виду використаного сиропу дикорослих ягід та ступеня солодкості напою. Найнижчий рівень поліфенолів спостерігається у зразку напівсолодкого сидру «Яблучно-обліпихового» – 34,1 мг/100 см³, що зумовлено нижчим вмістом фенольних сполук в обліпісі порівняно з калиною та чорноплідною горобиною. Збільшення концентрації сиропів ягід у рецептурі сприяє підвищенню вмісту біоактивних речовин. Так, у солодких сидрах показники зростають у середньому на 5–7%. Найвищі значення поліфенолів зафіксовано у зразку солодкого «Яблучно-чорноплідно-горобинового» сидру – 36,3 мг/100 см³, що пояснюється високим вмістом антоціанів і флавоноїдів у чорноплідній горобині. Серед напівсолодких сидрів максимальний показник продемонстрував «Яблучно-калиновий» зразок (35,6 мг/100 см³), тоді як серед солодких – «Яблучно-чорноплідно-горобиновий».

Розроблені напівсолодкі та солодкі сидри характеризуються різним рівнем антиоксидантної активності, що зумовлено як складом сировини, так і технологічними особливостями їх виготовлення. Встановлено, що найвищими показниками антиоксидантної активності відзначаються напівсолодкі сидри, серед яких максимальне значення зафіксовано у зразка «Яблучно-калинового» (48,3 %). Дещо нижчі показники продемонстрували напівсолодкі сидри «Яблучно-чорноплідно-горобиновий» (48,1 %) та «Яблучно-обліпиховий» (47,1 %). Високий рівень антиоксидантної здатності цих зразків пояснюється значним вмістом поліфенольних сполук, флавоноїдів і каротиноїдів, притаманних використаній ягідній сировині – калині, чорноплідній горобині та обліпісі. Солодкі сидри, натомість, продемонстрували загалом нижчі значення антиоксидантної активності, що,

ймовірно, пов'язано з підвищеним вмістом цукрів, які можуть частково інгібувати дію поліфенольних компонентів або зменшувати їх концентрацію у перерахунку на сухі речовини. Серед солодких зразків найвищу антиоксидантну активність зафіксовано у сидру «Яблучно-чорноплідно-горобинового» (48,0 %), тоді як «Яблучно-калиновий» мав дещо нижчий показник (47,1 %), а найменші значення спостерігалися у сидру «Яблучно-обліпихового» (45,6 %).

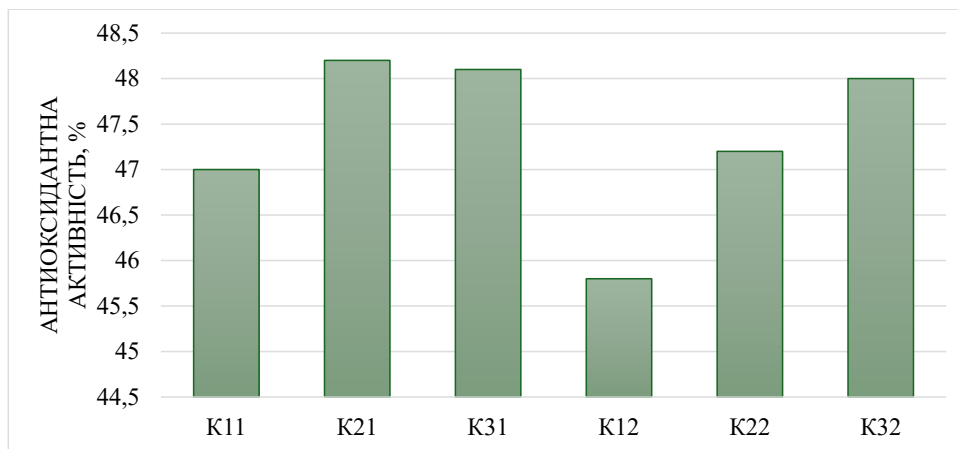


Рис. 5. Антиоксидантна активність розроблених сидрів, %

Отже, використання сиропів дикорослих ягід у технології сидрів дозволяє суттєво підвищити їхню біологічну цінність за рахунок збагачення фенольними сполуками з антиоксидантними властивостями, що особливо виражено у напоях із калини та чорноплідної горобини.

Крім того, поліфенольні сполуки відіграють важливу роль не лише у формуванні антиоксидантних властивостей, але й у визначенні кольору, смако-ароматичного профілю та структурної гармонійності сидру. Саме поліфеноли обумовлюють характерні для напою гіркувато-терпкі відтінки, які надають сидру виразності та індивідуальності, а також беруть участь у реакціях, що впливають на стабільність кольору та ароматичний букет під час зберігання. Разом з тим, попри наявність біологічно активних компонентів, сидр залишається алкогольним напоєм, споживання якого потребує поміркованості. Надмірне вживання алкоголю спричиняє не лише негативні соціальні наслідки, але й асоціюється з підвищеним ризиком розвитку хронічних захворювань серцево-судинної, печінкової та нервової систем.

Висновки. Аналіз літературних джерел свідчить, що світовий ринок сидру активно розвивається у напрямі підвищення функціональної цінності продуктів за рахунок використання нетрадиційної фруктово-ягідної сировини.

Обґрунтовано доцільність залучення дикорослих ягід обліпихи, калини та чорноплідної горобини як природних джерел біологічно активних речовин, зокрема поліфенолів, органічних кислот і вітамінів.

Додавання осмотичних сиропів з дикорослих ягід у кількості 5–10 % до сидрової основи забезпечує підвищення вмісту розчинних сухих речовин, покращення кольору, аромату та смаку готового напою, формуючи гармонійні органолептичні властивості.

За класифікацією сидрів, зразки із вмістом 5 % ягідних сиропів належать до напівсолодких, а зразки з 10 % сиропів – до солодких, що відповідає нормативним вимогам. Варіанти із 15 % сиропів характеризувалися надмірною солодкістю та не рекомендовані для промислового виробництва.

Дослідні зразки сидру з дикорослими ягодами вирізняються підвищеним вмістом поліфенольних сполук і антиоксидантною активністю, що підтверджує їхню функціональну спрямованість і потенційну користь для здоров'я споживачів.

Запропонована технологія виробництва сидру з використанням осмотичних екстрактів дикорослих ягід є перспективною для впровадження у крафтовому виробництві та сприяє раціональному використанню місцевих природних ресурсів, розвитку регіональних брендів і розширенню асортименту інноваційних напоїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. ; за ред. С. В. Іванова. Київ : НУХТ, 2012. 487 с.
2. Традиційні та альтернативні методи витримки алкоголю. Напої. Технології та Інновації. URL: <https://techdrinks.info/tradytsiyni-ta-alternatyvni-metody-vytrymky-alkoholyu/>
3. Ian Alexander Merwin, Olga Padilla-Zakour. Cider Apples and Cider-Making Techniques in Europe and North America / Article in Horticultural Reviews, 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/263010717_Cider_Apples_and_Cider-Making_Techniques_in_Europe_and_North_America
4. Ferree D. C., I. J. Warrington. Apples. Botany, Production and Uses. Ed. UK. 2013. 660 p.
5. Hebert M., Coligneaux P. La belle histoire du cidre et du calvados // Editions Ch. Corlet. 1998, 134 p.
6. Suárez Valles B., A. Picinelli. Research and development in the cider area in Asturias. Background and perspectives. Recent researches in development of agricultural and food chemistry. 2001. № 5. 17 p.
7. Байлук С.І. Удосконалення технології виробництва сидру: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.07 «Технологія продуктів бродіння» / Байлук Сергій Іванович. Ялта, 2007. 112 с.
8. Сичова О.В. Удосконалення технології сидрових матеріалів з використанням дріжджів роду *schizosaccharomycetes*: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.07 «Технологія продуктів бродіння» / Сичова Олена Вікторівна. Київ, 2016. 227 с.
9. Phungshok R., et al. Effect of Yeast and Different Levels of Sugar on Indian Olive (*Elaeocarpus serratus* L.) Cider. *International Journal of Plant & Soil Science*. 2023. № 35(17). P. 46–53.
10. Garg N., Kumar S., Yadav P. Indian goose berry fortified, anti-oxidant rich bael (*Aegle marmelos*) fermented beverage. *Journal of Food Science and Technology*. 2021. № 58(11). P. 4437–4441.
11. Marina M. Samilyk, Evgenia V. Demidova, & Natalia V. Bolgova. Waste-free technology of processing wild plant raw materials. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2022. № 30(3). P/ 394–403. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i3.256924>.
12. Brezan B., Badarau C. L., Woinaroschy A., Padureanu V. Effects of Ultrasound Treatments on Antioxidants Content of Cider, Enriched Previously with Natural Extracts. *Rev. Chim*. 2020. № 71(2). P. 263–268.
13. Chew K. K., Ng S. Y., Thoo Y. Y. et al. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant

capacity of *Centella asiatica* extracts. *International Food Research Journal*. 2011. Vol. 18, No 2. P. 571–578.

14. Contreras R. A., Köhler H., Pizarro M. et al. In vitro cultivars of *Vaccinium corymbosum* L. (Ericaceae) are a source of antioxidant phenolics. *Antioxidants*. 2015. Vol. 4, No 2. P. 281–292.

15. Спосіб визначення числа ароматоутворюючих сполук у водно-спиртових екстрактах: пат. 94261 Україна : МПК (2014.01), G01N 30/00, G01N 31/16 (2006.01). № у 2014 04186 ; заявл. 18.04.2014 ; опубл. 18.11.2014, Бюл. № 21.

16. Сучасні методи сенсорної оцінки якості сировини і продуктів бродильних виробництв [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної і заочної форм навчання / уклад. Білько М.В., Олійник С.І. Київ: НУХТ, 2022. 99 с.

REFERENCES:

1. Innovatsiini tekhnolohii produktiv brodinna i vynorobstva (2012): pidruch. / S.V. Ivanov, V.A. Domaretskyi, V.L. Prybyl'skyi ta in.; za red. S. V. Ivanova. Kyiv: NUKhT, 487 [in Ukrainian].

2. Tradytiini ta alternatyvni metody vytrymky alkoholiu. Napoi. Tekhnolohii ta Innovatsii. URL: <https://techdrinks.info/tradytsiyni-ta-alternatyvni-metody-vytrymky-alkoholiu/> [in Ukrainian].

3. Ian Alexander Merwin, Olga Padilla-Zakour. Cider Apples and Cider-Making Techniques in Europe and North America / Article in *Horticultural Reviews*, 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/263010717_Cider_Apples_and_Cider-Making_Techniques_in_Europe_and_North_America

4. Ferree D. C., I. J. Warrington. (2013). Apples. Botany, Production and Uses, 660.

5. Hebert M., Coligneaux P. (1998). La belle histoire du cidre et du calvados // Editions Ch. Corlet., 134.

6. Suárez Valles B., A. Picinelli. (2001). Research and development in the cider area in Asturias. Background and perspectives. *Recent researches in development of agricultural and food chemistry*. 5,17.

7. Bailuk S.I. (2007). Udoskonalennia tekhnolohii vyrobnytstva sydru: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: spets. 05.18.07 «Tekhnolohiia produktiv brodinna» / Bailuk Serhii Ivanovych. Yalta. 112. [in Ukrainian].

8. Sychova O.V. (2016). Udoskonalennia tekhnolohii sydrovykh materialiv z vykorystanniam drizhdzhiv rodu *schizosaccharomyces*: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: spets. 05.18.07 «Tekhnolohiia produktiv brodinna» / Sychova Olena Viktorivna. Kyiv, 227. [in Ukrainian].

9. Phungshok R., et al.(2023). Effect of Yeast and Different Levels of Sugar on Indian Olive (*Elaeocarpus serratus* L.) Cider. *International Journal of Plant & Soil Science*.35(17), 46–53.

10. Garg N., Kumar S., Yadav P. (2021). Indian goose berry fortified, anti-oxidant rich bael (*Aegle marmelos*) fermented beverage. *Journal of Food Science and Technology*. 58(11), 4437–4441.

11. Marina M. Samilyk, Evgenia V. Demidova, & Natalia V. Bolgova (2022). Waste-free technology of processing wild plant raw materials. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30(3), 394–403. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i3.256924>.

12. Brezan B., Badarau C. L., Woinaroschy A., Padureanu V. 2020. Effects of Ultrasound Treatments on Antioxidants Content of Cider, Enriched Previously with Natural Extracts. *Rev. Chim.* 71(2), 263–268.

13. Chew K. K., Ng S. Y., Thoo Y. Y. et al. (2011). Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella asiatica* extracts. *International Food Research Journal*. 18 (2), 571–578.

14. Contreras R. A., Köhler H., Pizarro M. et al. (2015) In vitro cultivars of *Vaccinium corymbosum* L. (Ericaceae) are a source of antioxidant phenolics. *Antioxidants*. 4 (2), 281–292.

15. Sposib vyznachennia chysla aromatoutvoriuiuchykh spoluk u vodno-spyrtovykh ekstraktakh: pat. 94261 Ukraina : MPK (2014.01), G01N 30/00, G01N 31/16 (2006.01). № u 2014 04186 ; zaiavl. 18.04.2014 ; opubl. 18.11.2014, Biul. № 21. [in Ukrainian].

16. Suchasni metody sensornoi otsinky yakosti syrovyny i produktiv brodynykh vyrobnytstv (2022) [Elektronnyi resurs]: konspekt lektsii dlia zdobuvachiv osvithnoho stupenia «mahistr» spetsialnosti 181 «Kharchovi tekhnolohii» osvithno-profesiinoi prohramy «Tekhnolohii produktiv brodinnia i vynorobstva» dennoi i zaochnoi form navchannia / uklad. Bilko M.V., Oliinyk S.I. Kyiv: NUKhT 99 [in Ukrainian].

Дата першого надходження рукопису до видання: 19.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.12.2025

Дата публікації: 30.12.2025