

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет харчових технологій
Кафедра технологій та безпеки харчових продуктів

До захисту допускається

Завідувач кафедри технологій та
безпеки харчових продуктів
Марина САМІЛИК

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

на тему: **«РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СИДРУ НА ОСНОВІ ПОХІДНИХ
ПЕРЕРОБКИ ЧОРНОПЛІДНОЇ ГОРОБИНИ»**

Виконав: _____ **Андрій ЗАХАРОВ**
(підпис) (прізвище, ініціали)

Група: ХТ 2023м
(номер)

(Науковий) керівник: _____ **Марина САМІЛИК**
(підпис) (прізвище, ініціали)

Суми 2024

Анотація

Андрій Захаров тема «РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СИДРУ НА ОСНОВІ ПОХІДНИХ ПЕРЕРОБКИ ЧОРНОПЛІДНОЇ ГОРОБИНИ».

Розроблено технологію сидру, збагаченого соком горобини чорноплідної. За рахунок додавання соку покращується біологічна цінність сидру та підвищується термін його зберігання.

Горобиновий сік містить вітаміни, мінеральні речовини та антиоксиданти. Крім позитивного впливу на біологічну цінність, сік позитивно впливає на органолептичні показники готового продукту. За рахунок додавання соку, тривалість бродіння скорочується на три доби, що позитивно впливає на енергоефективність процесу.

Сік горобини має вищий рівень рН (3,7), ніж яблучний сік та містить більше цукру (110 г/л). За рахунок цього змінюються параметри напівпродукту, із якого виготовляється сидр. Варто також зазначити, що горобиновий сік містить значно менше яблучної кислоти, ніж яблучний сік, проте, рівень рН достатній для забезпечення процесу бродіння і не потребує додавання лимонної кислоти.

Сидр мав стійку щільну піну, яка характерна для продукту високої якості. Сидр характеризує яблучний аромат, фруктовість, відтінок меду, ягід і, загалом, інтенсивність запаху. На смак він має певну кислинку і терпкість, а в смаку знову з'являється аромат яблук і ягід. На смак тактильне сприйняття шипучості досить сильне порівняно з контрольним зразком. За рахунок додавання горобинового соку вміст етанолу у сидру збільшується до 8,1 % об. Також, за рахунок цього підвищується загальна кількість цукрів до 2,5 г/л.

Ключові слова: горобина чорноплідна, сік, сидр натуральний барвник, флаваноїди, вітамін С, антиоксидантні властивості.

Abstract

Andriy Zakharov, topic "DEVELOPMENT OF CIDER TECHNOLOGY BASED ON DERIVATIVES PROCESSING OF BLACK-FRUIT ROWARROW."

The technology of cider enriched with black rowan juice has been developed. Due to the addition of juice, the biological value of cider improves and its shelf life increases.

Rowan juice contains vitamins, minerals and antioxidants. In addition to the positive effect on the biological value, the juice has a positive effect on the organoleptic indicators of the finished product. Due to the addition of juice, the duration of fermentation is shortened by three days, which has a positive effect on the energy efficiency of the process.

Rowan juice has a higher pH (3.7) than apple juice and contains more sugar (110 g/l). Due to this, the parameters of the intermediate product from which cider is made change. It is also worth noting that rowan juice contains much less malic acid than apple juice, however, the pH level is sufficient to ensure the fermentation process and does not require the addition of citric acid.

The cider had a persistent, dense foam, which is characteristic of a high-quality product. Cider is characterized by an apple aroma, fruitiness, a hint of honey, berries and, in general, the intensity of the smell. It has a certain sourness and astringency to the taste, and the aroma of apples and berries reappears in the taste. On the palate, the tactile perception of effervescence is quite strong compared to the control sample. Due to the addition of rowan juice, the ethanol content in cider increases to 8.1% by volume. Also, due to this, the total amount of sugars increases to 2.5 g/l.

Key words: mountain ash, juice, cider, natural dye, flavonoids, vitamin C, antioxidant properties.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ	10
1.1. Традиційний спосіб виготовлення сидру	10
1.2. Ферментовані напої та користь для здоров'я	17
1.3. Нові технології, що застосовуються у виробництві яблучного сидру	25
Висновки до розділу 1	32
РОЗДІЛ II. ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
2.1. Організація проведення досліджень	33
2.2. Методика проведення досліджень	35
Висновки до розділу 2	36
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ	37
3.1. Оцінка якості сировини	37
3.2. Результати органолептичної оцінки сидру	38
3.3. Результати аналізу фізико-хімічних показників якості сидру	39
3.4. Розробка технології виготовлення сидру із горобиновим соком	41
Висновки до розділу 3	43
РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА СИДРІВ ІЗ ГОРОБИНОВИМ СОКОМ	45
Висновки до розділу 4	49
РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОВОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СИДРІВ ІЗ ГОРОБИНОВИМ	50

СОКОМ

Висновки до розділу 5 52

ВИСНОВКИ 53

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 54

ВСТУП

Актуальність теми.

Ферментовані харчові продукти та напої були одними з перших оброблених харчових продуктів, які споживала людина. Зараз процес бродіння використовується для переробки великої кількості молочних продуктів, м'яса та риби, злаків, бобових, фруктів і овочів, а також побічних продуктів кожної з цих категорій. Покращений термін зберігання, безпека та органолептичні властивості ферментованих продуктів, таких як йогурт і кисломолочне молоко, вино та пиво, квашена капуста, кімчі, додали їх цінності. Ці продукти перебувають у центрі уваги в усьому світі через їх поживну та функціональну корисність для покращення здоров'я. Зазвичай їх класифікують як харчові продукти та напої, приготовані за допомогою контрольованого мікробного росту та ферментативного перетворення харчових компонентів. Дослідження показали сильний зв'язок між споживанням ферментованих продуктів і хворобами. Для людей потрібне подальше розуміння деталей щодо рівня споживання ферментованої їжі чи напоїв. Точна оцінка біодоступності біологічно активних сполук у ферментованій їжі також необхідна для більш міцного зв'язку з діями щодо зміцнення здоров'я або профілактики захворювань.

Зараз добре встановлено, що помірне споживання ферментованих алкогольних напоїв, як частина добре збалансованої дієти, забезпечує низку переваг для здоров'я. Окрім вина, помірне споживання пива та яблучного сидру також було запропоновано для безлічі переваг для здоров'я, таких як зниження окислювального стресу, тромбозу, запалення та зниження біомаркерів, пов'язаних із ризиком серцево-судинних розладів, ішемічної хвороби серця, ішемії, інсульту та загальної смертності. У цьому розділі детально розглядаються функціональні властивості та переваги ферментованих алкогольних напоїв, пива та яблучного сидру. Основна увага приділяється вмісту в них біофункціональних антиоксидантних і

протизапальних сполук, вмісту в них пробіотиків і впливу бродіння на їх зв'язок із спостережуваними перевагами для здоров'я цих функціональних напоїв.

Сидр отримують шляхом природного бродіння фруктози, що міститься в яблучному соку – його приготування вимагає ретельності та часу.

Яблука, які найчастіше використовуються для варіння сидру, це яблука для сидру, кулінарні яблука та десертні яблука. Яблука для приготування додають кислинку, а десертні – аромат і солодкість. Яблука сидру необхідні для створення характерних ароматів і гіркоти танінів. Змішуючи різні сорти, можна отримати різноманітні смаки та аромати.

Завдяки використанню різних сортів яблук і використовуючи їх різний час дозрівання, можна використовувати весь яблучний сезон з кількома врожайми. Після збору яблука доставляють на заводи для виробництва сидру, де їх подрібнюють на м'якоть, яка називається вичавками. Потім м'якоть передається в преси для сидру. Відповідно до традиційного методу віджимання соку, соломку та золу потрібно укласти в зерно шарами, максимум до 12 шарів. Ця система мінімізує ризик окислення.

Потім весь блок пресують і нагрівають, поки не буде зібрано весь сік. Потім продукт фільтрують і отриману рідину поміщають у великі чани для бродіння при температурі від 4 до 16 градусів.

Сидр готовий після трьох місяців бродіння, але в більшості випадків його залишають у чанах для витримки протягом двох-трьох років.

Більшість сидру є результатом суміші десяти чи більше сортів яблук, що сприяє насиченості, свіжому смаку та тривалості продукту. Враховуючи яблуко, легко адаптовану культуру та велику кількість сортів яблук, виробництво яблучного сидру широко поширене у всьому світі. У процесі бродіння відбувається низка хімічних змін залежно від складу яблучного соку, типу залучених мікроорганізмів і застосованої технології. Після обох бродінь, алкогольного та маломолочного, а також під час дозрівання сенсорний профіль сидру змінюється.

Залежно від процесу та сортів яблук, які використовуються, варять сидри з різними характеристиками: солодкі, сухі, напівсухі, ігристі або негазовані, з вмістом алкоголю від 3 до 8%. Зазвичай окремі сорти виробляють окремо, і лише після ферментації змішують сидри з різних яблук. Отриманий сидр фільтрують, додають вуглекислий газ, а потім готовий продукт розливають у пляшки.

Смак сидру дуже сильно впливає на якість.

Найбільш важливими регіонами споживання сидру у світі є Західна Європа (55,7%), Африка та Північна Америка (по 12%), Австралія (8%) та Східна Європа (6,4%). Поточні дані свідчать про те, що виробництво сидру продемонструє значне зростання найближчим часом. Світове виробництво сидру постійно зростає. Це буде результатом очікуваного продовження руху до більш натуральних продуктів. Слід також очікувати доопрацювань у виробничому процесі. Це включало б більш ефективні методи збирання та сортування яблук та покращені преси, які вичавлюватимуть із вичавок ще більше соку. Виробники також розроблять більш корисні дріжджові культури, які дозволять виробляти кращий на смак сидр з підвищеним вмістом алкоголю.

Останнім часом все більшої популярності набувають ароматні сидри. Німці віддають перевагу класичному, винному, золотисто-жовтому, злегка газованому. Зазвичай він продається як розливний сидр, і нові тенденції призвели до диверсифікації існуючого асортименту сидру на ринку; ароматизовані або змішані з фруктами з м'яким та освіжаючим смаком. В Іспанії улюбленим споживачем залишається традиційний сидр з легкими оцтовими відтінками, схожими на вино, сильно газований. У англійців, однак, дуже різноманітний асортимент, нішеві виробники покривають усі переваги споживачів. Якщо середній вміст алкоголю в сидру становить 4–6%, у Великобританії він може досягати 8,4%. Спеціальний сидр складається з напою, отриманого шляхом додавання інших фруктів (поєднання яблучного та грушевого соку, ягід) або трав (імбиру, кориці, мускатного горіха,

лимонника), додавання цукру, підсолоджувачів або меду (якщо характер сидру залишається домінуючим).

Використання концентрованого яблучного соку можна вважати ефективним для обробки сидру, але може знадобитися додавання деяких поживних речовин, щоб забезпечити життєдіяльність дріжджів під час бродіння. Загалом, використання концентрату можна вважати ефективним для бродіння сидру, хоча для підтримки життєдіяльності дріжджів може знадобитися певна харчова добавка.

Тому, розробка технології сидру, збагаченого сировиною з високою біологічною цінністю є актуальним завданням для виробників.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дане дослідження виконувалося в межах тематики кафедри технологій та безпечності харчових продуктів «Розробка технологій виробництва харчових продуктів з доданою вартістю на принципах сталого розвитку».

Мета і задачі дослідження. Метою даного дослідження є - розробка технології сидру із використанням продуктів переробки плодів горобини чорної.

Об'єкт дослідження: технологія сидру із соком горобини.

Предметом дослідження кваліфікаційної роботи є плоди горобини, сидр, показники якості сидру.

Наукова новизна: вперше запропоновано у рецептуру сидру додавати сік горобини чорноплідної, що позитивно вплинуло на термін його придатності.

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ

1.1. Традиційний спосіб виготовлення сидру

Сидр - це солодкий яблучний сік, який можна вживати як напій або використовувати як сировину для виготовлення оцту . Зазвичай це прозорий золотистий напій, колір якого може варіюватися від блідо-жовтого до темно-бурштинового рожевого. Він має фруктовий смак і різний ступінь смаку від дуже солодкого до терпкого.

Солодкий сидр - це безалкогольна версія сидру, і з нього можна зробити яблучний сік шляхом пастеризації та додавання консервантів, щоб зупинити природний процес бродіння.

Твердий сидр - це продукт, який утворюється, коли сік проходить ферментацію. Цей сидр містить алкоголь. Крім того, він часто шипить через активність присутніх природних дріжджів.

Люди знали, як робити сидр тисячі років. Археологічні дані свідчать про те, що стародавні європейські та азійські культури використовували яблука для приготування сирої версії сидру ще в 6500 році до нашої ери. Мистецтво приготування сидру вдосконалювалося з роками, оскільки люди розвивали краще розуміння факторів, які впливають на смак сидру. У шостому столітті в Європі утвердилася професія майстерних пивоварів. Ці люди виготовляли напої, схожі на пиво, а також сидр.

У шістнадцятому столітті Нормандія стала одним із найбільших регіонів виробництва сидру у світі. Були експерименти з різними сортами яблук, що призвело до кращого смаку сидру. Англія та колоніальна Америка також виробляли сидр у цей час, і він став важливою частиною кожної культури. Однак сидри цього періоду були непослідовними, оскільки кожен із дрібних фермерів мав власні методи виробництва. Технологія виробництва сидру з часом значно вдосконалювалася, оскільки люди краще розуміли кожен

крок у процесі виготовлення сидру. Сьогодні це дуже контрольована операція, результатом якої є надійний продукт із хорошим смаком.

Яблука є основною сировиною для виготовлення сидру. Відповідні яблука різняться за розміром з діаметром від приблизно восьми дюймів завширшки до менше двох дюймів. Майже всі характеристики кінцевого продукту сидру залежать від якості яблук, з яких він виготовлений. Щоб отримати найкращий сидр, ці яблука мають бути соковитими, солодкими, добре дозрілими та мати достатній рівень природних кислот і дубильних речовин. Шкірка яблук містить багато сполук, які сприяють смаку сидру, тому яблука не очищають від шкірки перед використанням для виробництва сидру. Насіння також не видаляються, однак у типових фрезерних машинах вони не розкриваються і не впливають суттєво на смак. Слід зазначити, що для приготування сидру іноді використовують також грушу та черешню.

Насичений сидр вимагає використання кількох різних сортів яблук, щоб надати йому збалансований смак. Це тому, що певні сорти яблук мають смакові характеристики, які добре поєднуються. Є чотири різних

Після того як яблука зібрані і промиті, фрукти подрібнюють і пресують. Сік, що залишився, ферментується, утворюючи сидр.

Після того як яблука зібрані і промиті, фрукти подрібнюють і пресують. Сік, що залишився, ферментується, утворюючи сидр.

види яблучних соків, включаючи ароматні, терпкі, кисло-терпкі та нейтральні на смак. Як правило, солодкі та терпкі яблука змішують разом, щоб отримати збалансований сидр. Типова суміш може включати 50% нейтральної основи, 20% терпкого, 20% ароматичного і 10% терпкого. У цьому сидру аромат - це баланс між терпкістю та солодкістю. Крім яблучного купажування, деякі виробники сидру можуть також покращити смак, додавши дубильну, яблучну та інші природні кислоти. Дубильні речовини додають сидру легку гірчинку і терпкість. Яблучна, лимонна і винна кислоти надають пікантне відчуття. Вони також допомагають пригнічувати мікробне забруднення.

Для виробництва галону сидру потрібно 11-14 фунтів (5-6,4 кг) яблук залежно від соковитості фруктів. Свіжий сидр зберігатиметься в повному тілі протягом кількох тижнів, якщо його зберігати в холодильнику. Після закінчення цього часу починається природний процес бродіння. Якщо потрібен безалкогольний сидр, сік можна пастеризувати або консервувати, додавши сорбат калію. Цей матеріал ефективно вбиває небажані організми. Деякі виробники сидру віддають перевагу алкогольному сидру. Алкогольний сидр виробляється, якщо процес бродіння продовжується без додавання будь-яких інших інгредієнтів, або шляхом додавання різноманітних інгредієнтів, які дають більш контрольовані результати.

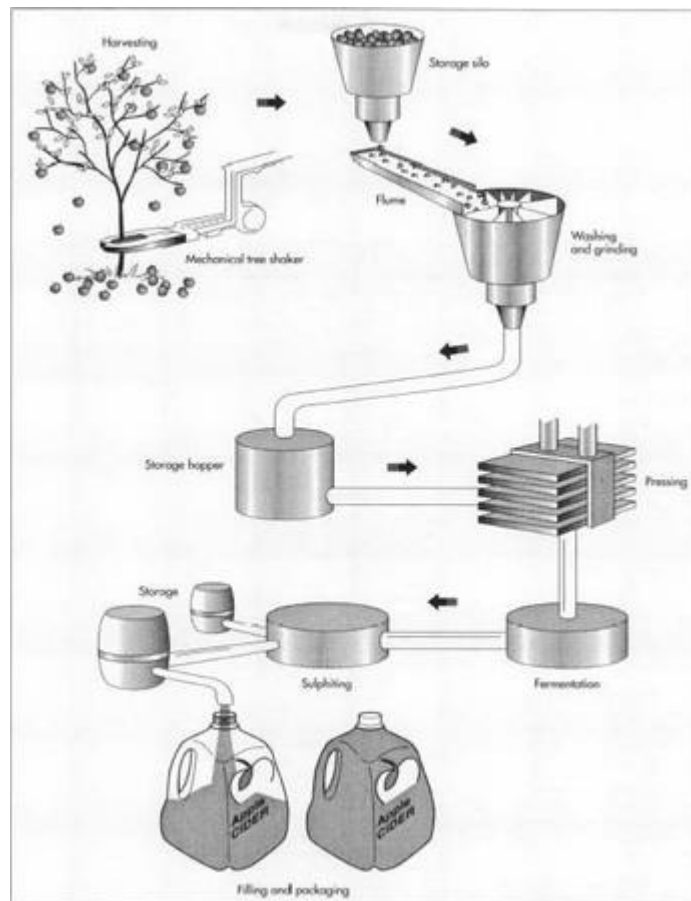


Рис.1. Процес виготовлення сидру

Джерело: <https://www.madehow.com/Volume-4/Cider.html>

Ферментація яблучного сидру - це процес, за допомогою якого дріжджі перетворюють яблучний цукор в етиловий спирт і вуглекислий газ. Це відбувається в два етапи. Спочатку дріжджі перетворюють цукор на спирт, а потім молочнокислі бактерії перетворюють природну яблучну кислоту на

вуглекислий газ. Цей міцний сидр містить 2-3% сухих речовин і 2-8% алкоголю. Допоміжні засоби бродіння включають такі компоненти, як діоксид сірки, дріжджі, цукор і природні кислоти. Діоксид сірки зазвичай додають до свіжовичавленого соку перед початком бродіння. Це вбиває більшість бактерій і дріжджів, присутніх у свіжовичавленому соку або сусті. Достатня кількість бажаних дріжджів виживає після обробки діоксидом сірки, і ці організми продовжуватимуть бродити солодкий сік.

Натуральні дріжджі присутні в яблуках, але іноді виробники сидру додають власні дріжджі, щоб забезпечити послідовне бродіння. Деякі з цих штамів існують протягом багатьох поколінь, і вони неодноразово використовуються для виробництва виразного на смак сидру. Щоб допомогти дріжджам рости та прискорити бродіння, також можна додати поживні речовини для дріжджів, такі як сульфат амонію та тіамін. З подібних причин до неферментованого соку також можна додавати цукор, мед або інші підсолоджувачі. Це поліпшить бродіння і збільшить вміст алкоголю в кінцевому продукті.

Процес приготування сидру зазвичай складається з трьох етапів, включаючи подрібнення фруктів, віджимання соку та час його бродіння. Однак для початку фрукти потрібно зібрати, відсортувати та вимити.

Після того, як яблука розм'якнуть, їх необхідно помити, щоб видалити листя, гілки, комах, залишки обприскувань і шкідливі бактерії. Для цього вони автоматично висипаються з бункерів на скруббер. Ця машина промиває та очищає кожне яблуко, видаляючи з шкірки більшість хімічних залишків. Звідти вони переміщуються конвеєром у бункер, наповнений водою. Працівник стежить за тим, щоб яблука рівномірним струменем текли у ванну, і стежить, щоб яблука були ретельно вимиті.

З бункера яблука надходять на конвеєр і переміщуються до іншого працівника. Струмені води допомагають рухати яблука. Під час виробництва використовуються лише цілі яблука, оскільки вони не піддавалися окислюванню, що руйнує смак. Це означає, що кожне яблуко перевіряють і

видаляють гнилі або запліснявілі плоди. Оскільки на смак сидру може негативно вплинути багато різних факторів, чистота є важливою під час виробництва.

З Далі яблука кладуть у великий млин і подрібнюють до дрібної кашки з консистенцією яблучного пюре. Це робиться для того, щоб з яблук виділилася максимальна кількість соку. Чим дрібніше м'якоть, тим більше вихід соку. Тонке помел має додаткову перевагу, оскільки зменшує пошкодження, спричинені окисленням. Пульпу поміщають у сталеві бочки об'ємом 55 галлонів із відповідним маркуванням із пластиковими вкладишами. Деякі з цих барабанів продовжують продовжувати процес виготовлення сидру, а решта відправляються до а морозильну камеру для подальшого використання. Заморожена м'якоть забезпечує виробництво сидру протягом року, коли запаси яблук невеликі.

Для видалення соку з мезги, або вичавок, її пресують. Залежно від бажаного смаку сидру використовують вичавки з різних видів яблучної м'якоті. Як правило, у великому резервуарі змішують від трьох до шести різних типів. Потім цю суміш забирає оператор преса та складає для пресування. Для укладання вичавок використовують дерев'яні стелажі та форми. Кожна форма вистелена капроною тканиною. Нейлон використовується тому, що його легко чистити та він досить міцний, щоб витримувати численні тиски. Для початку на полотно висипають кілька бочок вичавок. Потім кути загинають і форму знімають. В результаті утворюється квадратний шар вичавок, який називається сиром. Зверху на сир ставлять решітку і встановлюють іншу форму. Процес повторюють до тих пір, поки в стопці не буде 10-12 сирів. Весь стопку поміщають у великий лоток із нержавіючої сталі, призначений для зберігання сидру, коли його віджимають від вичавок. Працівник кладе стопку під прес для сидру, який називається віджиманням, і вмикає його. Це забезпечує до 30 000 фунтів (13 620 кг) тиску від гідравлічного насоса.

Сидр витягується з вичавок і перекачується через пластикові трубки в охолоджувальний резервуар. Коли сидр переміщується в резервуари для охолодження, він пропускається через сітку для видалення будь-яких шматочків м'якоті з рідини. Потім його охолоджують і зберігають при 33°F (0,6°C). Це допомагає запобігти зараженню небажаними мікроорганізмами. Якщо цей сидр належить до неферментованого сорту, тобто неферментованого, його відправляють у змішувальний бак і пастеризують. Додаються консерванти, такі як сорбат калію, і сік відправляється на лінії розливу.

Перед початком бродіння додають різні хімічні речовини, що сприяють бродінню. Залежно від виробника сидру можна дозволити бродити у великому герметичному резервуарі або в окремих пляшках. Якщо він зброджується в пляшках, продукт буде продаватися з нижнім шаром осаду. Осад - це залишки дріжджів бродіння. Під час масового бродіння сидр відкачують після того, як дріжджі загинуть. Це дозволяє отримати продукт без осаду. Повне бродіння може тривати місяць і більше.

Коли сидр готовий до розливу, його знову фільтрують і перекачують у відповідну тару. У цьому процесі наповнення порожні стерильні пляшки рухаються вздовж конвеєра та проходять під наповнювальною машиною. Машина накачує сидр у пляшки до потрібного об'єму. Потім на пляшки надягають кришки, а потім маркують. Глечики розміщують у ящиках, потім на піддонах і зберігають при температурі вище нуля до наступного дня, коли їх доставляють у магазини.

Сидр — це напій, виготовлений із ферментованого яблучного соку, який містить незначні кількості етанолу та вітається в багатьох країнах [1]. Смак сидру є важливим показником для оцінки якості сидру [2]. Багато факторів впливають на розвиток аромату яблучного сидру, наприклад, тип яблука, зрілість, умови бродіння та штам дріжджів. Дослідження показали, що штами дріжджів відіграють важливу роль у створенні смакових речовин у сидру [3].

У минулих дослідженнях *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) використовувався як єдина закваска для приготування сидру завдяки його здатності швидко перетворювати цукор на спирт. Однак отриманий сидр має простий аромат і кислуватий смак [4]. Це призводить до зниження бажання людей купувати сидр. Дріжджі, що не належать до *Saccharomyces*, можуть синтезувати різноманітні ферменти, які виробляють багаті матеріали, такі як гліцерин, перетворюючи сировину на складні ефіри та вищі спирти з різними смаками та поживними речовинами. Він сприяє виробленню ароматичних компонентів і є хорошим виробником фруктових ацетатів [5]. Однак він непереносимий до етанолу і часто існує на початковій стадії бродіння, що призводить до низької ефективності бродіння [6]. Дослідження показало, що кількість ацетатної кислоти, етилових ефірів і ацетатної кислоти, ізоамілових ефірів збільшилася, коли *Williopsis saturnus* і *S. cerevisiae* були спільно інокульовані у вино [7]. Крім того, в іншому дослідженні було встановлено, що використання *Torulaspora delbrueckii* у спільному бродінні з *S. cerevisiae* було відповідним способом контролювати вироблення смаку під час бродіння пива [8]. Таким чином, дуже важливо покращити якість сидру шляхом спільного культивування дріжджів не *Saccharomyces* із *S. cerevisiae* .

Смак сидру є важливим фактором його якості. Успішна екстракція ароматичних речовин є ключовим моментом дослідження відповідних речовин. На даний момент для аналізу використовуються такі основні методи, як твердофазна мікроекстракція [9], динамічна газова хроматографія та твердофазна мікроекстракція–газова хромато-мас-спектрометрія (SPME-GC-MS) [10]. смакових компонентів фруктових вин. SPME-GC-MS широко використовується для аналізу ароматичних сполук у багатьох видах вина; це важливий метод дослідження для аналізу смаку їжі в даний час. Він може вловлювати та виявляти високий вміст макромолекулярних ароматичних компонентів із понад 10 атомами вуглецю. Він може аналізувати специфічні ароматичні сполуки зразків, що підлягають тестуванню, з високою чутливістю виявлення, зручною роботою та точними результатами [11]. SPME-GC-MS у

поєднанні зі значенням активності запаху (OAV) може визначити відношення концентрації окремої летючої речовини до її порогу запаху у воді або повітрі [12]. Можна вивчити потенційні ключові ароматичні сполуки в сидру та їхній внесок в аромат сидру та виявити характерні аромати сидру. Тим часом, газова хроматографія-іонна спектрометрія рухливості (GC-IMS) була застосована для розрізнення тонких відмінностей в ароматі продукту [13]. GC-IMS може вловлювати та виявляти невеликі молекулярні леткі компоненти з 10 атомами вуглецю або менше, щоб речовини з меншою молекулярною масою можна було виявити у формі мономерів і димерів, що є сучасним методом візуалізації, який не потребує попередньої обробки та є високочутливим [14]. GC-IMS можна використовувати як доповнення до SPME-GC-MS. Щоб зробити аналіз аромату летючих сполук у сидру більш повним. Наразі для комбінації SPME-GC-MS та GC-IMS різні штами дріжджів , відмінних від *Saccharomyces* , і *S. cerevisiae* перевіряються на ферментацію компонентів аромату сидру, і поєднання цього з аналізом відмінностей OVA при дослідженні аромату сидру менш поширене.

1.2. Ферментовані напої та користь для здоров'я

Кілька дослідників намагалися розробити ферментовані напої з користю для здоров'я в цьому напрямку [15]. Що стосується напоїв, їх найбільш корисною характеристикою є те, що вони є дуже придатними транспортерами для доставки та включення біоактивних сполук і поживних речовин в організм. Крім того, перевага полягає в тому, що охолоджені продукти можуть зберігати свою життєздатність протягом тривалого часу [16].

Більшість відомих ферментованих напоїв отримують із молочних побічних продуктів; однак через популярну тенденцію вегетаріанства та веганів, а також прискорену появу непереносимості лактози та алергії на білки коров'ячого молока [17], спостерігалось збільшення досліджень та розробок,

зосереджених на виробництві ферментованих напоїв, виготовлених з рослин. на основі продуктів та їх користь для здоров'я [18].

Однак використання пробіотичних культур у продуктах рослинного походження є серйозною проблемою [19]. Крім того, продовольчий ринок приділяє все більше уваги функціональним продуктам харчування; таким чином, побічні продукти харчової промисловості є важливим природним джерелом біологічно активних сполук та інших високоцінних інгредієнтів із значними властивостями, що покращують здоров'я [20].

Таким чином, ферментовані напої, виготовлені з побічних продуктів, можуть давати як більшу кількість корисних для здоров'я біоактивних сполук, так і бактеріальних пробіотичних штамів [21]. Таким чином, нещодавні дослідження продемонстрували, що антиоксидантні речовини, а також фенольні та флавоноїдні молекули допомагають запобігти клітинному пошкодженню та клітинному старінню в тканинах, а також небезпечним для життя захворюванням, таким як численні види раку, ішемічна хвороба серця та цереброваскулярні захворювання [22].

Крім того, відомо, що біологічна активність кінцевого продукту може підвищуватися після процесу бродіння. Наприклад, попередні дослідження показали, що ізофлавоновий профіль окари та соєвих напоїв змінюється під час молочнокислого бродіння, що підвищує біоактивність і біодоступність ізофлавонових глікозидів завдяки перетворенню ізофлавонових глікозидів у їх складові аглікони [23,24].

Таким чином, ферментовані побічні продукти, такі як окара, побічний продукт ацероли, залишки чорного чаю та пивоварного відпрацьованого зерна, містять більшу кількість важливих поживних речовин, таких як вітаміни, амінокислоти, білки та важливі біоактивні сполуки, такі як фенольні сполуки, флавоноїди. , а також підвищену антиоксидантну активність порівняно з відповідними неферментованими контролями. Це робить їх безцінними ресурсами для виробництва функціональних, здорових напоїв із застосуванням процесу бродіння з вигодою як для навколишнього

середовища, так і для харчової промисловості, а також витрат на виробництво та охорону здоров'я [25,26,27].

На додаток до поживних речовин і біоактивних сполук, споживання пробіотичних продуктів може бути корисним для багатьох шлунково-кишкових захворювань і, крім того, може мати антипатогенну, антиалергічну, антиангіогенну, протиракову та протизапальну дію, що впливає на інші органи, а також мають антидіабетичний ефект, ефект проти ожиріння або навіть вплив на мозок і центральну нервову систему [28].

Крім того, пробіотичні бактерії можуть покращувати кишкову мікробіоту шляхом заміни потенційно патогенних мікроорганізмів у кишкській кишці їх видами та штамми, а також іншими, які отримують користь від симбіотичних асоціацій з ними. Вони забезпечують організм людини оздоровчими метаболітами та поживними речовинами [29].

Тим не менш, існують певні обставини, коли ферментовані напої не відповідають очікуванням споживачів через такі фактори, як гострий, непривабливий запах, небажаний смак або неприємна текстура. Вони можуть походити від певних сполук, у тому числі корисних для здоров'я, які можуть мати негативний вплив на загальні сенсорні характеристики [30].

Потрібні подальші дослідження, щоб належним чином адаптувати ферментовані напої до сенсорних очікувань споживача без зменшення їх корисної дії та властивостей, і рандомізовані контрольовані клінічні випробування можуть бути використані, щоб підкреслити це [31].

Ферментаційні процеси можуть проводитися періодично або безперервно, а також у системах періодичної дії. У періодичному режимі субстрат і мікроорганізми-продуценти вводяться одночасно на початку процесу і не видаляються до кінця ферментації. У безперервному режимі та режимі періодичної підживлення мікроорганізм-продуцент може бути іммобілізований і повторно використаний протягом кількох циклів, що призводить до підвищення ефективності [32]. Мікроорганізми можуть рости на твердій основі (твердофазне бродіння), але багато промислових бродінь

відбуваються в рідкому середовищі, що вимагається для виробництва напоїв на рослинній основі.

Зазвичай бродіння відбувається у колбах для струшування, оскільки вони прості у використанні, і було повідомлено, що одностадійна ферментація покращує масообмін і зменшує потенційне інгібування субстратом [33]. Процеси бродіння також можна класифікувати відповідно до мікроорганізмів, які використовуються для здійснення бродіння.

Останніми роками зростає масштаб і якість напоїв рослинного бродіння, оскільки напої є одним із найкращих способів забезпечити наш організм біологічно активними сполуками та поживними речовинами. Ці напої вважаються екологічно чистими функціональними напоями, які зазвичай отримують в результаті бродіння сировини *Lactobacillus* або дріжджами, і часто використовуються як альтернатива молоку та іншим продуктам на основі молочних продуктів населенням загалом, а також вегетаріанцями та людьми з непереносимістю лактози. [34].

Крім того, швидке зростання населення світу призвело до швидкої індустріалізації таких секторів, як виробництво та переробка харчових продуктів, що призвело до величезного виробництва харчових побічних продуктів і відходів, які, як відомо, є багатим джерелом важливих для здоров'я сполук. Ці продукти мають глобальні екологічні, соціальні та економічні наслідки, оскільки, наприклад, для промисловості переробки фруктів, побічні продукти можуть складати до 50% від цілого фрукта, а від 40 до 50% вироблених фруктів і овочів викидаються в усьому світі [35].

Фруктові та овочеві субпродукти є найбільш використовуваною рослинною сировиною для виготовлення ферментованих напоїв, оскільки вони мають найвищий рівень відходів серед усіх харчових продуктів. У таблиці 1 узагальнено документи, знайдені для ферментованих напоїв на рослинній або фруктовій основі, отриманих у результаті використання побічних продуктів і відходів.

Що стосується рослинних побічних продуктів, [36] досліджували характерні метаболіти *Lactobacillus plantarum* під час процесу ферментації з використанням побічних продуктів виробництва чорного чаю (включаючи зламані сегменти чаю та стебла чаю). Ці автори дійшли висновку, що ферментовані напої мають позитивний і негативний вплив на продукти метаболізму та характеристики напоїв із чорного чаю. Загалом смакові та органолептичні властивості ферментованих напоїв покращилися, але було підтверджено зниження загального вмісту поживних речовин та деяких біоактивних компонентів (поліфенолів, L-теаніну та різних біогенних амінів).

Метою дослідження Konrade et al. [37] дослідження полягало в аналізі властивостей екструдованих зернових культур із додаванням субпродуктів рослинного походження (борошно з субпродуктів яблук, моркви та гарбуза) та отримання ферментованих напоїв із втрат виробництва. Використання субпродуктів яблук і гарбузів призвело до найвищого вмісту сухої речовини; однак сенсорна оцінка показала, що зразки з використанням яблучних субпродуктів мали більш інтенсивний рівень смаку та кислотності, тоді як колір був найбільш вираженим у зразках із гарбузовими субпродуктами. Завдяки цьому попередньому дослідженню було зроблено висновок, що такий вид харчових втрат (візуально дефектні продукти) можна використовувати для отримання цінних продуктів, сприяючи безвідходним технологіям і знижуючи витрати на виробництво.

Чжу та ін. [38] ферментували китайські вичавки лаврового дерева за допомогою послідовного бродіння з дріжджами, LAB і AAB для вивчення якості напою. Автори дійшли висновку, що комбіноване бродіння може зберегти колір напою, уповільнити деградацію антоціанів, сприяти перетворенню флавоноїдів у аглікони флавонолів, збільшити вміст фенольних кислот і, як наслідок, покращити загальну якість ферментованих напоїв. Нієн та ін. [39], Агілар [40] і Гутьєррес-Сарм'єнто та ін. [41] ферментовані ананасові побічні продукти (крихти, шкірки та шкаралупи, відповідно) з *Saccharomyces cerevisiae* (дві перші роботи) або природні закваски для

бродиння *terache*. У першій роботі автори оптимізували виробничий процес, отримавши зброджений напій з вмістом етанолу 5–6 % світло-жовтого кольору, яскравого та прозорого, легкої солодкості та легкого аромату етилового спирту, гострий, але дуже м'який (сухість становить приблизно 11–14° Вх), і вони дійшли висновку, що повільне заморожування сировини зменшить кількість мікроорганізмів, збільшивши кількість відновлюючого цукру та вихід соку рекуперації.

Aguilar [40] використовує попередню обробку ультразвуком для покращення процесу бродиння та характеристик кінцевого продукту. Їх мікроскопічний аналіз показав, що 5-хвилинне ультразвукове дослідження спричинило сприятливі зміни в завислій речовині, які важливі для фізичної стабільності напоїв (однорідність кольору, посилення розчинних твердих речовин на початкових стадіях бродиння та сприяння вивільненню етанолу з дріжджів). Gutiérrez-Sarmiento та ін. [41] вивчали структуру мікробного співтовариства, фізико-хімічні характеристики та прогностичні функції мексиканського напою бродиння *tepache*. Це дослідження показало, що ферментовані напої мали 9,5 градусів Брикса та кислий рН. Концентрації етанолу, оцтової та L-молочної кислот значно підвищилися, а загальних цукрів знизилися. Метаболічний потенціал показав, що гліколіз і метаболізм цитратного циклу були більш поширеними в спільноті грибів, тоді як гліколіз, метаболізм фруктози та трикарбонових кислот були більш поширеними для спільноти бактерій.

Леонарський та ін. [25] використовували побічний продукт ацероли як сировину для виробництва напою, схожого на чайний гриб, і бактеріальної целюлози, а Vieira, Battistini et al. [21] і Vieira, Souza та ін. [42] вивчали вплив ферментованого соєвого напою, збагаченого побічним продуктом ацероли, на мікробіоту кишечника. Усі автори використовували побічні продукти ацероли для розробки своїх напоїв. Леонарський та ін. [25] помітили, що кількість використаного побічного продукту ацероли вплинула на утворення продукту. Ці автори отримали подібну концентрацію етанолу в усіх зразках, але

підтвердили, що метаболізм дріжджів прискорюється в присутності вищих концентрацій побічного продукту ацероли, що призводить до більшого виробництва оцтової кислоти та бактеріальної целюлози; крім того, використання високих концентрацій побічного продукту ацероли також позитивно впливало на фізико-хімічні характеристики виробленої целюлози. Віейра, Баттістіні та ін. і Vieira, Souza та ін. виявили, що соєві ферментовані напої з пробіотиками та/або пребіотиками призвели до різного впливу на фекальну мікробіоту худих людей і людей із ожирінням, оскільки симбіотичний ефект збільшив кумулятивне виробництво оцтової, молочної та мурашиної кислот для фекальної мікробіоти худих людей, і валеріанової та капронової кислот для мікробіоти фекалій у людей із ожирінням через 48 годин ферментації в моделі TIM-2 *in vitro*. Загалом автори прийшли до висновку, що ферментовані соєві напої, додані побічним продуктом ацероли та пробіотичними штамами (*L. acidophilus* і *B. longum*), можуть використовуватися як потенційна симбіотична їжа завдяки біфідогенному ефекту, який спостерігається в обох мікробіотах, що одночасно підвищує цінність. цей фруктовий субпродукт. Крім того, цей ферментований напій можна розглядати як хороший засіб на рослинній основі для пробіотичних штамів, протестованих проти шлунково-кишкових захворювань, змодельованих *in vitro*, головним чином для *B. longum*, який продемонстрував найвищу резистентність шлунково-кишкового тракту *in vitro*.

Лю та ін. [30] вивчали розробку алкогольного напою з відпрацьованих гідролізатів кавової гущі, ферментованих *Torulaspora delbrueckii* та *Pichia kluyveri*. Додавання дріжджових екстрактів покращило ріст обох дріжджів, особливо *P. kluyveri*, що призвело до більш високого виробництва етанолу та не вплинуло на більшу частину виробництва алкалоїдів, але спостерігалось зниження вмісту хлорогенової та кавової кислот при використанні *P. kluyveri* та було вироблено більше хімічних речовин із запахом, включаючи ацетатні ефіри та 2-фенілетовий спирт. Дріжджовий екстракт мав більший вплив на бродіння *P. kluyveri*.

Альварес та ін. [43] витягнув пектинові полісахариди з шкірки *Opuntia ficus-indica* кислотним гідролізом або екстракцією за допомогою ультразвуку та використав їх для розробки симбіотичного напою, розробленого з яблучного соку та цукрової тростини, використовуючи тібікос як закваску, імітуючи яблучний «Terache» напій. Використання ультразвуку покращує присутність галактуранової кислоти в екстрактах, а червона опунція демонструє високі рівні галактуранової кислоти, вихід і ступінь метоксилування. Отриманий ферментований напій демонстрував функціональні характеристики, оскільки спостерігалось збільшення корисних мікроорганізмів, визначених як пробіотики (тобто дріжджі та біфідобактерії). Напій був мікробіологічно та механічно стабільним протягом 42 днів при 7 °C.

Існує дві категорії яблучного сидру: стандартний і спеціальний. Стандартний сидр – це сидр, отриманий з яблучного соку без додавання ароматизаторів або інших фруктів. Єдиним інгредієнтом, який можна додавати, є цукор, але лише в межах певних підкатегорій, з роллю регулювання рівня вуглеводів, необхідних для бродіння або підвищення солодкості ферментованого сидру [44].

Ферментований і витриманий сидр у бочках, який набув специфічних деревних ароматів, також відноситься до цієї категорії. Крижаний сидр складається з отримання сидру шляхом концентрування соку для бродіння шляхом заморожування яблук або свіжовичавленого соку для видалення води. Для отримання цього спеціального сидру забороняється додавати жодні добавки [44].

Відповідно до вмісту залишкового цукру в сидру було встановлено п'ять класів: сухий, напівсухий, середній, напівсолодкий і солодкий. Останні два сорти сидру повинні містити значну кількість залишкового цукру. У цьому випадку процес бродіння має бути зупинений у певний час, чітко визначений, або після цього можна підсолодити сидр (якщо закон дозволяє цю процедуру) яблучним соком, приділяючи особливу увагу процесу повторного бродіння, який не повинен відбуватися [45].

Майбутні яблуневі сади для виробництва сидру мають бути стійкими та стійкими, а залежність від пестицидів має бути зменшена. Пестициди та фунгіциди можуть міститися в м'якоті та соку фруктів, якщо вони не розкладаються природним шляхом. Крім того, концентрація залишків зростає під час технологічних процесів і є вищою в соку, ніж у фруктах [46]. На активність дріжджів також можуть впливати пестициди. На додаток до ризику, який вони несуть для здоров'я споживача, наявність залишків також шкодить якості ферментованих напоїв [47,48].

Ці характеристики мають бути отримані без негативного впливу на виробництво плодів з точки зору їх кількості та якості. Також велике значення має розвиток нових сортів, таких як Dabinett, Gala, Lis Gala, Fuji Supreme, які адаптовані до зміни клімату та дають якісні плоди [49].

1.3. Нові технології, що застосовуються у виробництві яблучного сидру

Традиційний процес отримання яблучного соку складається з пресування або декантування подрібнених яблук. В оптимальних умовах вихід яблучного соку досягає 70-80%, але може знизитися до 65%, коли яблука попередньо зберігалися через втрату вологості [50].

Для отримання більшого виходу соку і скорочення часу обробки деякі виробники застосовують більш високі температури при дробленні. Ці обробки, однак, завжди супроводжуються високим споживанням енергії, втратою якості соку через зменшення кількості вітамінів або зміни кольору та смаку [51]. Для збільшення виходу соку були запропоновані нетрадиційні методи обробки, такі як застосування імпульсних електричних полів, мікрохвиль або ультразвуку, а також ферментативна або ультрафіолетова обробка.

Імпульсне електричне поле. Поєднання пресування та обробки імпульсними електричними полями (PEF) є технікою, що все частіше використовується для видобутку яблучного соку, демонструючи позитивні

ефекти з точки зору врожайності, вивільнення фенольних сполук [52] і покращення профілю смаку [53] завдяки збільшенню вмісту складних ефірів. вміст, викликаний ефектом електропроникності. PEF викликає зміни в структурі або розрив клітинних мембран. PEF пропонується як альтернатива термічній обробці, оскільки він ефективний проти патогенних та псууючих мікробних популяцій [54].

Вплив імпульсних електричних полів на інактивацію мікроорганізмів у свіжому яблучному соку досліджували в системі безперервного потоку. Чисельність мікроорганізмів зменшувалася із збільшенням пульсу, температури (45–50 °C) і зменшенням витрати соку (3–10 л/год) [55].

Мікрохвильова екстракція. Екстракція яблучного соку може мати негативний вплив на вміст флавоноїдів і фенольних сполук. Дослідження показали зниження фенольних сполук більш ніж на 58% [56] і до 90% зниження антиоксидантної активності під час звичайної обробки соку. Навіть освітлення соку шкодить вмісту фенолів та азоту в яблучному соку [57], ця процедура не впливає на якість готового сидру [58].

Екстракція соку була більш ефективною, коли застосовувалась мікрохвильова обробка [59]. Крім того, мікрохвильова обробка при 40 °C і 60 °C збільшила вилучення фенольних і флавоноїдних сполук. Розчинні тверді речовини та ступінь каламутності також збільшувалися з підвищенням температури яблучного пюре. Жодних сенсорних відмінностей між тестованими методами не виявлено. Таким чином, мікрохвильова обробка яблучної м'якоті та шкірки може призвести до отримання більш якісного соку з високим вмістом вищезазначених сполук. Нагрівання до 60 °C дало найкращі результати, з максимальним виходом при екстракції соку та фенольних сполук [59].

Ферментативна обробка. Ферментативна обробка може збільшити вихід екстрагованого соку порівняно з процедурами холодної та гарячої екстракції [60].

За хімічною формою пектини поділяються на розчинні та нерозчинні волокна. Розщеплення пектину під дією ферментів призводить до зниження в'язкості соку-сирцю, що підвищує вихід екстракції. Пектинові речовини можна класифікувати за кількома класами: галактуронові (полімери галактуронової кислоти), рамногалактуронани (змішані полімери рамнози та галактуронової кислоти), арабінани (полімери арабінози), галати (полімери галактози) та арабіногалактани (полімери). Пектолітичні ферменти можуть гідролізувати пектинові речовини, які присутні у плодах; отриманий сік має набагато меншу кількість пектину [61,62]. Пектинази широко використовуються у виробництві сидру для освітлення без впливу на концентрацію поліфенолів.

Екстракція фруктового соку за допомогою ферментативної обробки – це процес, який необхідно оптимізувати з точки зору температури, часу та концентрації ферментного продукту, щоб максимізувати вихід і якість кінцевого продукту та збільшити вміст фенолів в обробленому соку [62]. Додавання ферментів в яблучний сік відбувається в два етапи. Спочатку подрібнені яблука обробляють пектиназами для полегшення отримання соку, потім проводять розрідження яблучних вичавок сумішшю пектиназ і целюлаз для повного вилучення соку [63].

Деметилювання карбоксильних груп пектину і вільних пектинових кислот може підвищити титруєму кислотність. З точки зору профілю летких речовин, згідно з процесом деметилювання, виділення 500 мг/л метанолу під час ферментативної обробки може підвищити титрований рівень кислотності на 1,5 г/л.

Лікування ультрафіолетом. Ультрафіолетова (УФ) технологія є альтернативним методом пастеризації та продовження терміну зберігання напоїв. Різноманітні дослідження показали, що УФ-обробка має бактерицидну дію, і порівняно з методами термічної пастеризації, вона має мінімальний вплив на якість соку [64]. Проте вплив УФ-С на фізико-хімічні характеристики та поживний склад соків не можна не помітити [65]. Цей

бактерицидний механізм заснований на поглинанні УФ-С світла мікробною ДНК або РНК. Основним механізмом є створення піримідинових димерів, які перешкоджають розмноженню мікроорганізмів, що робить їх неактивними. Світло UV-C – це електромагнітний спектр від 200 до 280 нм [66]. Доведено, що обробка УФ-С $40 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$ захищає поліфеноли яблучного соку та має антиоксидантну дію.

Донг та ін. висвітлили нетермічний метод зменшення мікроорганізмів і патуліну в яблучному соку. Після семи послідовних впливів УФ-випромінювання на забруднену речовину рівень патуліну знизився на 43%. Крім того, не спостерігалось відмінностей щодо сполук у сировині; рН, ступінь Брікса та загальна кислотність залишалися незмінними після впливу УФ-випромінювання. Єдиною сполукою, яка показала незначне зниження, була аскорбінова кислота. Цей метод, який використовує ультрафіолетове випромінювання, простий у реалізації та пропонує як УФ-пастеризацію соку чи сидру, так і зменшення або навіть усунення патуліну без впливу на якість кінцевого продукту [67]. УФ-С опромінення підходить для інактивації спор *Alicyclobacillus acidoterrestris* з яблучного соку. Кращі результати були отримані, ніж термічна обробка при 95 °C після 8 хв опромінення, коли кількість спор значно зменшилася [68].

Залежно від сортів яблук, з яких був отриманий сік, спостерігалось зниження вмісту вітаміну С, коли яблучний сік обробляли УФ-С [69]. До втрат можна віднести відсутність пігментації соку; вони були в основному між 4–6%. УФ-обробка також ефективна для зменшення мікроорганізмів, і якості яблучного соку та сидру зберігаються без будь-яких істотних змін [70].

Окислення фенольних сполук поліфенолооксидазою починається з подрібнення яблук. На активність окислення також може впливати сорт яблук [71]. Ферментовані напої, отримані з сортів яблук із нижчою активністю поліфенолооксидази, зазвичай містять більшу кількість хлорогенової кислоти, яка є загальним фактором фенольного профілю яблучних продуктів [72]. Обробка ультрафіолетом виявилася ефективною для зниження

поліфенолоксидази в яблучному соку. УФ-С світло з опроміненням $13,8 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ протягом 33 хв сприяло десятикратному зниженню активності [73].

Лікування ультразвуком. Ультразвукова обробка з потенційним промисловим застосуванням може бути успішно використана проти пастеризації соку [74].

Обробка ультразвуком разом із низьким тиском і температурою може бути методом пастеризації соку. Пастеризаційна обробка суттєво впливає на колір соку, тоді як тепло призводить до значної втрати летких сполук [75]. Цей альтернативний метод пастеризації полягає в застосуванні ультразвуку високої інтенсивності ($20\text{--}100 \text{ кГц}$ і $10\text{--}1000 \text{ Вт/см}^2$). Встановлено, що цей метод безпечний для використання в харчовій промисловості. Вивчені показники показали, що яблучний сік, пастеризований ультразвуком, за якістю схожий зі свіжим соком і кращий, ніж пастеризований термічним способом. З проаналізованих летких сполук більшість міститься у більших кількостях у сидру, обробленому ультразвуком, термічно обробленому порівняно з сирым яблучним сидром (етил-2-метилбутаноат, бутилацетат, 1-бутанол, 1-гексанол, бутанова кислота, 2- метилбутанова кислота, октанова кислота, гексанова кислота). Таким чином, обробка ультразвуком ($2\text{--}5 \text{ атм}$, $60 \text{ }^\circ\text{C}$), обробка ультразвуком і ультразвуком можуть бути перспективними методами як альтернатива пастеризації яблучного соку та сидру [76].

Гіпохлорит натрію (100 ppm), вода з іонами міді (1 ppm) і обробка ультразвуком ($22\text{--}44$ і $44\text{--}48 \text{ кГц}$ протягом $3\text{--}5 \text{ хв}$) успішно знижують *E. coli* O157: H7 і *Listeria monocytogenes* з яблук і яблучного соку . . Ці методи оцінювали разом або окремо. Наприклад, використання лише води з іонами міді не мало значного ефекту порівняно з простим миттям. Тим не менш, зниження з 5-log KUO/мл було досяжним за допомогою води з іонами міді в поєднанні з гіпохлоритом натрію з наступною обробкою ультразвуком при $44\text{--}48 \text{ кГц}$ [77]. Обробку ультразвуком можна успішно використовувати для покращення поживних речовин у яблучному соку. Ця обробка, пов'язана з

часом, температурою, амплітудою та частотою, призвела до збільшення концентрації поліфенолів, каротиноїдів, цукрів та деяких мінералів [78].

Ферментація яблучного соку за допомогою ультразвуку була застосована для стимуляції *Hanseniaspora* sp. дріжджів шляхом застосування циклічного режиму зі змінними періодами УЗ-імпульсів $\Delta t_p = 0,5, 1$ і 2 с з наступними паузами $\Delta t_w = 6$ с. Оптимізацію обробки перевіряли, виконуючи ферментацію протягом перших 6 годин (як з фазами Lag, так і Log), і фазою затримки (3 години) або фазою log (3 години), відповідно. Найкращі результати щодо збільшення концентрації дріжджів і виходу біомаси були отримані, коли тривалість обробки 1662 с застосовувалася як у фазі затримки, так і в логарифмічній фазі (6 год) для тривалості імпульсу 0,5 с з подальшою паузою 6 с. З них лаг-фаза мала вищу концентрацію дріжджів і вихід біомаси. Ці висновки можуть бути додатково застосовані для промислового виробництва сидру з низьким вмістом алкоголю, що є ринковою тенденцією останніх років, оскільки споживачі все більше цінують напої з меншим вмістом алкоголю [79].

Обробка під високим тиском. Обробка під високим тиском (HPP) є високоефективним інструментом для інактивації харчових патогенів у яблучному соку. Оскільки витрати на технічне обслуговування обладнання HPP зростають із тиском понад 600 МПа, зниження застосовуваного тиску та поєднання HPP з іншими економічно ефективними мікробними інгібіторами є перспективними інструментами для продовження стабільності яблучного соку при зберіганні [80]. Застосування HPP (400–600 МПа) і диметилдикарбонату (100–250 мг/л) було високоефективним для інактивації харчових патогенів у яблучному соку.

HPP є корисним інструментом для розширення високої поживної якості яблучного соку під час зберігання. Комбінація 600 МПа—25 °C—5 хв викликала майже повну інактивацію поліфенолоксидази та пероксидази [81]. Час зберігання істотно впливає на стабільність окремих фенольних сполук. Катехін був найбільш стабільною фенольною сполукою (стабільний протягом 55 тижнів). Інші автори запропонували навіть нижчу обробку HPP, 300 МПа,

для стабілізації каламутного яблучного соку шляхом інгібування ферментативної активності [82].

Використання НРР також може бути спрямоване на сприяння видобутку певних класів фенольних сполук. Обробка НРР 600 МПа/35 °C/5 хв була оптимальною комбінацією для збільшення загальної кількості флавонолів (75%), загальної кількості гідроксикоричних кислот (29%), загальної кількості флаван-3-олів (58%), загальної кількості дигідроалконів (63%), і загальні фенольні сполуки (54%) [83].

Обробка імпульсним світлом. Спираючись на застосування короткочасних світлових імпульсів з інтенсивним широким спектром, імпульсне світло (PL) є нетермічною інноваційною технологією, альтернативою традиційним методам дезінфекції та консервації. Серед переваг можна підсумувати наступне: Ефективність проти великої кількості патогенних та забруднюючих агентів; не утворює залишкових сполук (використовуйте ксенонові лампи-спалахи, які не є токсичними та не містять ртуті); низька вартість операції, врахована для кожного лікування; добре сприйняття споживачами; можливість роботи як в безперервному, так і в пакетному режимах; являє собою швидкий спосіб інактивації мікроорганізмів. Обробка PL успішно застосовується для мікробної дезактивації прозорих напоїв. Що стосується недоліків, найбільш важливими є висока вартість початкових інвестицій, короткий термін служби ламп, зміни рН і кольору при високому флюенсі та перегріванні, а отже, негативні зміни в сенсорних характеристиках, особливо при використанні самотійно [84].

Тим не менш, є нещодавні докази того, що обробка ФЛ нижче критичного флюенсу 3,82 Дж/см² мінімізує фотодеградацію та потемніння моделі розчину на основі фенолу [85]. PL у поєднанні з глутатіоном та іонами двовалентного заліза був ефективним для деградації патуліну в яблучному соку до 97%, але більше уваги необхідно додатково приділяти окислювальній стабільності та покращенню сенсорної якості продукту [86].

Висновки до розділу 1

1. У зв'язку зі зростаючим ринком у деяких частинах земної кулі необхідно приділяти велику увагу переробці сидру, враховуючи споживчі тенденції та вподобання. Незважаючи на застосовувану технологію, одними з найважливіших проблем промисловості є вибір найкращих сортів яблук на основі їх складу та мікроорганізмів, які беруть участь у процесі бродіння. Кожен сорт яблук і кожен тип мікроорганізмів, що використовуються при ферментації, призводять до отримання сидру з унікальним летючим профілем.
2. Дослідження яблучного сидру залишаються багатообіцяючою галуззю дослідження з великим потенціалом для розробки нових продуктів і нових технологій, перенесених на промисловий рівень. Актори, які виробляють сидр, будуть зосереджені на підвищенні ефективності таким чином, щоб задовольнити переваги споживачів і забезпечити стає виробництво. Сучасні новітні технології відіграють важливу роль у розвитку стійкої індустрії виробництва сидру.

РОЗДІЛ II. ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організація проведення досліджень

Постановка експерименту проведена в СНАУ, в лабораторії «Технологій переробки рослинної сировини» за розробленої схемою дослідження (рис.1.)

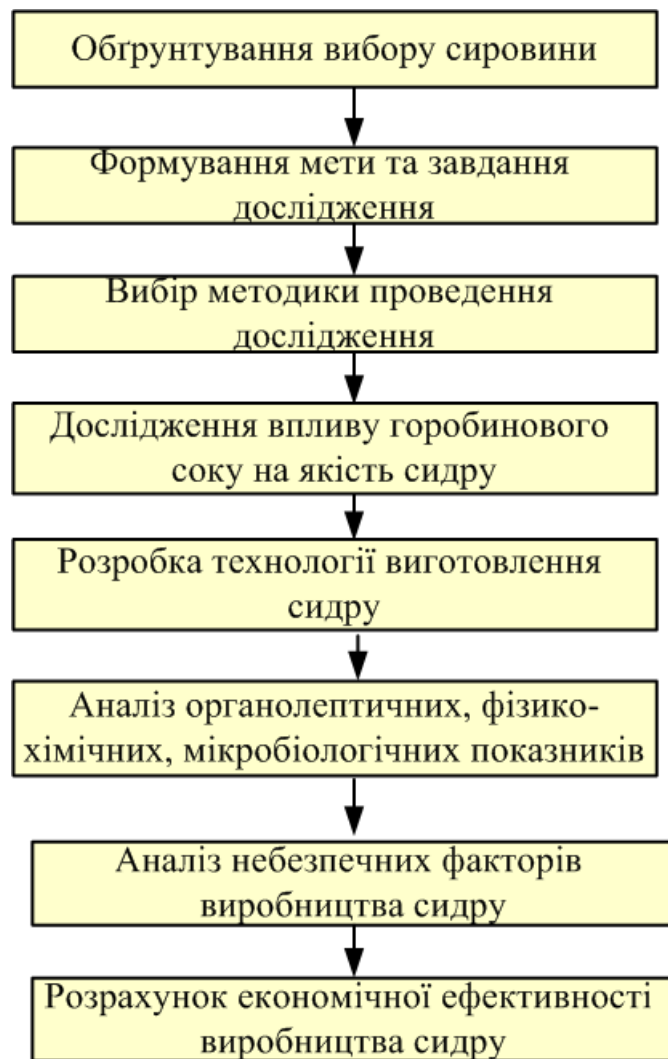


Рис.1. Схема проведення досліджень

Об'єкт дослідження: технологія сидру із соком горобини.

Предметом дослідження кваліфікаційної роботи є плоди горобини, сидр, показники якості сидру.

В якості сировини використовували яблука сорту Ренет Симиренко, придбані на ринку м.Суми. Плоди візуально оцінювали на предмет недозрілих та зіпсованих, листя та гілки вибраковували. Органолептично оцінювали колір, ступінь стиглості, запах і смак плодів. Далі плоди гарної якості мили, подрібнювали на дисковій дробарці (рис.3) мезгу залишали в закритій ємності для мацеризації на 5 годин після чого пресували в лабораторному пресі (рис.4). За рахунок мацеризації відбувалося краще відокремлення соку від мезги.



Рис.3. Млин лабораторний



Рис.4. Прес механічний

Відібраний яблучний сік змішували із соком горобин (ТМ «New Life») у співвідношенні 75:25 % та пастеризували при температурі 65°C протягом 10 хв. Після суміш охолоджували до температури 30 та вносили дріжджі рас Enovini Baya. Порередньо перевіряли рН суміші, якщо він становив більше 3,5, підкислювали лимонною кислотою.

Бродіння сидру проводилося за температури 10-15 °C протягом 30 діб у закритій герметичній ємності. Виброджений сидр знімали з мусту (відокремлювали від осаду переливом в іншу ємність). При цьому продукт значно освітлювався, не містив завислих домішок.

Після цього до сидру додавали 1% меду і розливали у пляшки (рис.5) і

витримували ще 3 доби при температурі 15-20 °С.

За рахунок цього відбувалося його дозрівання та насичення вуглекислим газом. Зберігався сидр в окремих пляшках протягом 6 місяців. При цьому кожного місяця контролювали рівень рН в ньому.



Рис.5 Дозрівання сидру

Готовий продукт аналізували органолептично та визначали його фізико-хімічні, мікробіологічні показники.

Паралельно виготовляли сидр за класичною рецептурою та технологією без добавки.

2.2. Методика проведення досліджень

Горобиновий сік відповідав вимогам ДСТУ 5080:2008 Соки плодово-ягідні зброджено-спиртовані і спиртовані. Технічні умов.

Вміст розчинних сухих речовин у сидрі визначали згідно ДСТУ EN 12143:2003 Соки фруктові та овочеві.

Визначення вмісту розчинних сухих речовин. Рефрактометричний метод (EN 12143:1996, IDT).

Загальний вміст цукрів визначали згідно ДСТУ ГОСТ 13192:2009 Вина, виноматеріали і коньяки. Метод визначення цукрів (ГОСТ 13192-73, IDT). Зі змінами (ІПС № I-85), (ІПС № IV-90).

Титровану кислотність визначали згідно ДСТУ EN 12147:2003 Соки фруктові та овочеві. Визначення титрованої кислотності (EN 12147:1996, IDT).

Органолептичну оцінку сидру проводили за бальною системою за стандартними дискрипторами шляхом дегустації. В дегустації брали участь 10 непрофесійних дегустаторів.

Висновки до розділу 2

1. Для проведення досліджень використовували сировину регіонального значення, зібрану на території Сумської області.
2. Розроблено схему дослідження для організації експерименту.
3. Експериментальна частина досліджень проведена в лабораторіях Сумського національного аграрного університету.
4. Підібрано методики аналізу сировини та сидру.

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

3.1. Оцінка якості сировини

Якість сировини впливає на якість готового продукту. Тому було проаналізовано якість соку отриманого із яблук та суміші яблучного і горобинового соку.

Результати представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники якості напівпродуктів для виробництва сидру

Назва показника	Контроль	Сік горобини	Суміш яблучного соку та соку горобини
pH	3,4	3,7	3,5
Масова частка сухих речовин, %	13,4	12	13
Загальний вміст цукру, г/л	105,4	110	107
Кислотність, г яблучної кислоти	3,8	2,4	3,5

Аналіз показав, що сік горобини має вищий рівень pH (3,7), ніж яблучний сік та містить більше цукру (110 г/л). За рахунок цього змінюються параметри напівпродукту, із якого виготовляється сидр. Варто також зазначити, що горобиновий сік містить значно менше яблучної кислоти, ніж яблучний сік, проте, рівень pH достатній для забезпечення процесу бродіння і не потребує додавання лимонної кислоти.

3.2. Результати органолептичної оцінки сидру

Пошук тонкого балансу між типовим органолептичним аспектом, технологіями виробництва та високою натуральністю, які відрізняють цей напій, безумовно, може сприяти підходу потенційних споживачів.

Результати органолептичної оцінки сидру (рис.6) представлено в таблиці 3.1.



Рис.6. Сидр із горобиновим соком

Сидр мав стійку щільну піну, яка характерна для продукту високої якості. Піна є однією з головних характеристик шипучого сидру, оскільки це перший атрибут, який сприймають споживачі.

Утворення та стійкість піни є основними характеристиками, які визначають це явище. Наявність маленьких бульбашок, які повільно піднімаються через рідину, високо цінується, як і їх стійкість. Бульбашки газу відповідають за вивільнення та транспортування ароматичних компонентів і надання важливих сенсорних характеристик під час дегустації ігристих вин.

Сидр характеризує яблучний аромат, фруктовість, відтінок меду, ягід і, загалом, інтенсивність запаху. На смак він має певну кислинку і терпкість, а в смаку знову з'являється аромат яблук і ягід. На смак тактильне сприйняття шипучості досить сильне порівняно з контрольним зразком.

Таблиця 3.1 – Сенсорна оцінка сидру

Назва показника	Контроль	Сидр із горобиновим соком
Аромат	4,5	5
Смак	4,4	4,9
Загальний вигляд	4,8	5
Оцінка	4,56	4,97

За результатами органолептичної оцінки сидр із горобиновим соком було оцінено в 4,8 балів, він мав приємний рожевий колір та аромат горобини. Відзначено, що додавання горобинового соку позитивно вплинуло на смак (контрольний зразок був кислішим). Таким чином, сік аронії позитивно вплинув на органолептичний профіль сидру.

Сидр можна вживати окремо або як альтернативу вину та пиву в поєднанні з різними продуктами, враховуючи різні сенсорні характеристики та гедонічні аспекти.

3.3. Результати аналізу фізико-хімічних показників якості сидру

Результати дослідження фізико-хімічних показників якості сидру представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Фізико-хімічні показники якості сидру

Назва показника	Контроль	Сидр із горобиновим соком
Вміст етанолу, % об.	7,8	8,1
Загальна кількість цукрів, г/л	2	2,5

За рахунок додавання горобинового соку вміст етанолу у сидру збільшується до 8,1 % об. Також, за рахунок цього підвищується загальна кількість цукрів до 2,5 г/л.

Кислотність і рН впливають на смак сидру і сильно корелюють із сприйнятливістю сидру до мікробного псування. Варіації показників вмісту кислоти, такі як різниця між загальною кислотністю сидру та вмістом яблучної кислоти, імітують варіації смаку. У той час як вуглекислий газ використовується для пригнічення перетворення яблучної кислоти в молочну кислоту, ніяких додаткових інгібіторів не застосовано. Випадкове перетворення яблучної кислоти в молочну кислоту відбулося в деяких зразках на основі кількісного визначення молочної кислоти, що вказує на можливе спонтанне зараження молочнокислими бактеріями.

Протягом зберігання сидру було досліджено рівень рН в ньому. Результати представлено на рис.7.

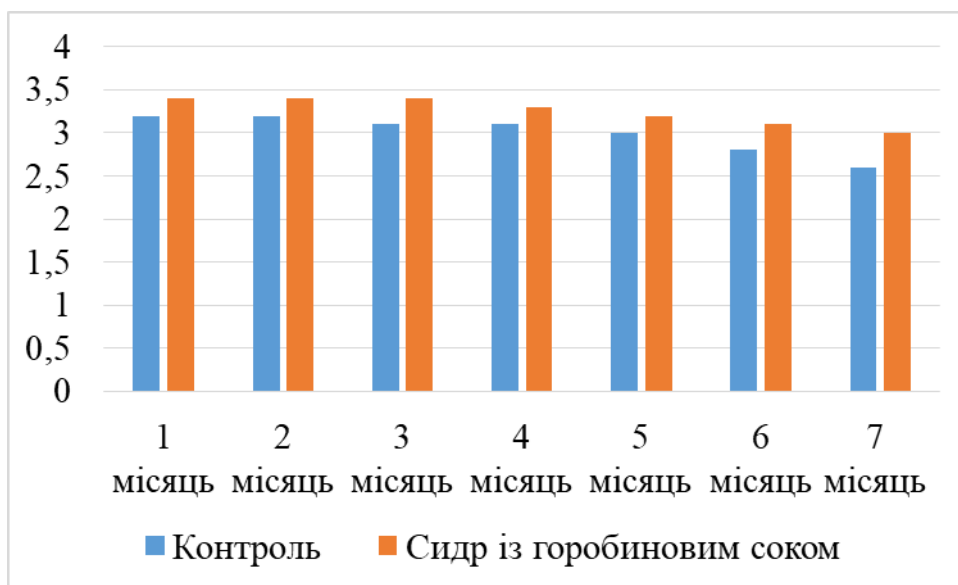


Рис.7. рН сидру під час зберігання

Додавання соку чорноплідної горобини позитивно впливає на здатність сидру до зберігання перші 3 місяці рН сидру із горобиновим соком не змінювався, а в наступні місяці спостерігалось поступове зниження рівня рН. Проте, продукт мав задовільну якість протягом 6 місяців.

Варто зазначити, що рН контрольного зразка почав знижуватися вже через 2 місяці і не відповідав вимогам стандарту вже через 4 місяці зберігання.

3.4. Розробка технології виготовлення сидру із горобиновим соком

Технологічна схема виготовлення сидру із горобиновим соком представлена на рис.8.



Рис.8. Технологічна схема виготовлення сидру із горобиновим соком

Щільність яблук нижче густини води, що значно полегшує їх миття. Занурювали яблука в відкриту мийну ванну, заповнену водою, туди завантажуються яблука і миються. Далі яблука відсортовуються, при необхідності вирізаються частини, що підгнили або лежали.

Яблука подрібнюються до мезги, перш ніж выдавити сік. Це дві різні операції, які сильно відрізняються від виноробства, де виноград потрібно лише трохи подрібнити, щоб зламати шкірку перед віджиманням соку. З точки зору максимального виходу та мінімального окислення нашого яблучного суслу (муста) оптимальна фракція подрібнення – 3-5 мм.

Для збільшення ароматики та виходу соку проводиться мацерація. Рекомендується настоювати подрібнену масу (мезгу) протягом 3-7 годин. Яблука особливо багаті на пектини, які при гідролізі утворюють метанол, який у свою чергу має тенденції накопичення в організмі.

На етапі мацерації, у разі сортів яблук, що мають велику кількість пектину, можливе використання спеціального ферменту – пектинази. Мацерувати мезгу можна у будь-якій харчовій тарі – пластик високого тиску або нержавіюча сталь. Вкрай не рекомендується на цьому етапі використовувати дерев'яні бочки, тому що в цьому випадку можливе неконтрольоване зараження молочно-кислими бактеріями.

Після кількох годин настоювання сік із мезгою віджимаються за допомогою пресу. Теоретичний вихід соку яблук 75%.

Для мікробіологічної стабільності віджатий сік, до якого додається екстракт горобини. Пастеризується. Температура пастеризації безпосередньо залежить від часу проведення. Зазвичай пастеризують при температурі 65 град протягом 10-15 хвилин або нагрівають до 85 град на 2-3 хвилини.

Для збереження необхідних мінералів та вітамінів нагрівання, як правило, проводять щадним нагріванням, наприклад у паро-водяному котлі (що досить дорого) або спеціальним низькотемпературним занурювальним тенном.

Після пастеризації вимірюється рівень рН соку перед бродінням. Оптимальний рН яблучного муста 3.0 – 3.5 одиниць. Якщо рН вище, необхідно підкислити муст лимонної кислотою, якщо нижче – розкислюємо харчовою содою. Якщо цукристість муста нижче 10%, то рекомендується додати прості цукри (декстроза або глюкоза).

Для отримання сидру, нам необхідно збродити отриманий муст і для цього повинні бути правильні дріжджі, і вони повинні домінувати над іншими, менш бажаними організмами, при цьому також створювати бажані смакові характеристики.

Після бродіння більшу частину або всі дріжджі слід видалити, а сидр зберігати без повітря, захищаючи його від псування дріжджами і бактеріями, поки він не буде відкритий для вживання.

Разом з дріжджами і підживленням рекомендується додати пектиновий фермент. Це фермент рослинного походження, який сприяє більш якісному руйнуванню клітинної структури, помітно освітлює муст, залишаючи на дні осад, і покращуючи смак.

Після закінчення основного бродіння проводиться карбонізація, тобто. насичення напою газом (вуглекислою). Для цього, в знятий з осаду муст (сидр) додається будь-який вид цукру, включаючи мед або декстразу приблизно 10-12 гр на літр сидру. Підсумковий тиск у пляшці, у такому разі, не перевищить 2,5-2,8 бар і для розливу підійдуть практично будь-які пляшки.

Висновки до розділу 3

1. Сидр мав стійку щільну піну, яка характерна для продукту високої якості. Сидр характеризує яблучний аромат, фруктовість, відтінок меду, ягід і, загалом, інтенсивність запаху. На смак він має певну кислинку і терпкість, а в смаку знову з'являється аромат яблук і ягід. На смак тактильне сприйняття шипучості досить сильне порівняно з контрольним зразком.
2. Сік горобини має вищий рівень рН (3,7), ніж яблучний сік та містить більше цукру (110 г/л). За рахунок цього змінюються параметри напівпродукту, із якого виготовляється сидр. Варто також зазначити, що горобиновий сік містить значно менше яблучної кислоти, ніж яблучний

сік, проте, рівень рН достатній для забезпечення процесу бродіння і не потребує додавання лимонної кислоти.

3. За рахунок додавання горобинового соку вміст етанолу у сидру збільшується до 8,1 % об. Також, за рахунок цього підвищується загальна кількість цукрів до 2,5 г/л.
4. Розроблена технологія виготовлення сидру із горобиновим соком.

РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА СИДРУ ІЗ ГОРОБИНОВИМ СОКОМ

Існують стандартні заходи контролю якості, які виконуються на різних етапах виробничого процесу. На початку яблука перевіряють лінійні інспектори. Це гарантує, що гнилі фрукти, гілки та листя не потраплять у млин. Вижимання також можна перевірити перед пресуванням.

Це особливо важливо при використанні вичавок, які були заморожені протягом багатьох місяців. Для збродженого сидру визначають рівень цукру. Оскільки кількість цукру прямо пропорційна кількості алкоголю, це дозволяє виробнику правильно маркувати продукт на вміст алкоголю. На цьому етапі також використовується обладнання для тестування кислоти, щоб переконатися, що сік не заражений бактеріями, що виробляють оцтову кислоту. Після остаточного фасування визначається рівень алкоголю сидру. Смак, зовнішній вигляд та інші фізико-хімічні характеристики перевіряються навченими дегустаторами контролю якості.

Незважаючи на всі модернізації та експерименти, сидр залишається автентичним яблучним напоєм із суворими стандартами якості – завдяки суворим стандартам AICV (Європейська асоціація сидру та фруктів, Великобританія).

До останніх десятиліть яблучний сік і сидр вважалися безпечними з точки зору патогенних мікроорганізмів через високу кислотність (pH 3,0-4,0) і вміст алкоголю. Однак з часом були виявлені випадки захворювання, пов'язані з цими продуктами. Таким чином, деякі бактерії та віруси можуть виживати в кислотних умовах і залишатися інфекційними. Таким чином, споживання непастеризованого сидру та яблучного соку може бути пов'язане з інфекцією *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Cryptosporidium* spp., *Trypanosoma cruzi* та гепатитом А. Тому пастеризація є важливим технологічним процесом.

На додаток до звичайних процедур санітарної обробки фруктів і пастеризації яблучного соку або сидру, існують інші методи, менш поширені, але ефективні з точки зору зменшення або інактивації мікроорганізмів. Одним із таких методів є біоконтроль активності грибів, які продукують мікотоксини або мають патогенні властивості.

Starmerella bacillaris може успішно використовуватися з *S. cerevisiae* у виробництві сидру. Концентрація клітин $3,0 \times 10^5$ КУО/г і подібний ступінь росту в перші 24 години бродіння сприяють значному підвищенню вмісту гліцерину та залишкового цукру. Гліцерин відіграє важливу роль у обробці сидру та вина, забезпечуючи повноту смаку.

Масштабне виробництво сидру вимагає, щоб яблучний сік мав однакові фізико-хімічні характеристики, щоб сидр також мав постійні сенсорні характеристики від однієї партії до іншої. У цьому випадку перед початком процесу бродіння в яблучний сік можна додавати різні склади. Наприклад, можна додавати зброджуваний цукор (глюкозний сироп) до певного рівня, щоб кінцева концентрація алкоголю була бажаною виробником (у деяких випадках вона може досягати 15%, якщо сидр розбавляють перед пакуванням).

Таблиця 4.1. Небезпеки, виявлені на етапах обробки сидру, та їх контроль

Процеси обробки	Опис	Небезпеки запропоновано	Заходи боротьби
Сировина отримання і зберігання	Сировина зберігається протягом певний період часу	Ф Х Б	Інспектування сировини
Мацерація	Настоювання мезги	М	Недопускання розвитку мікроорганізмів
Пресування	Відокремлення соку від мезги	Ф	Використовуються різні типи сит

Закінчення таблиці 4.1

Процеси обробки	Опис	Небезпеки запропоновано	Заходи боротьби
Пастеризація	Температурна обробка	Ф, М	Видалення хвороботворних форм мікроорганізмів
Ферментація	Бродіння для утворення етанолу та стабілізації	Ф, Б	Використовує чисту культуру і належний час і температура поєднання
Розлив	Банки, пляшка і інші порти тощо	Ф, Х	Отримано кваліфіковано продукт
Пастеризація	Час і температура	Б	Належний час і температура поєднання

У виробництві сидру можна виділити дві контрольні критичні точки:

- На етапі пастеризації. Дуже важливим є дотримання температурного режиму та часу обробки продукту при пастеризації, оскільки для отримання безпечного продукту із бажаними фізико-хімічними та органолептичними властивостями продукт не повинен містити шкідливої мікрофлори. Пастеризація дозволяє знищити всі патогенні форми мікроорганізмів.
- На етапі бродіння важливо дотриматися постійної температури та достатньої кислотності. Не можна допускати перекисання продукту, що призведе до його швидкого псування.

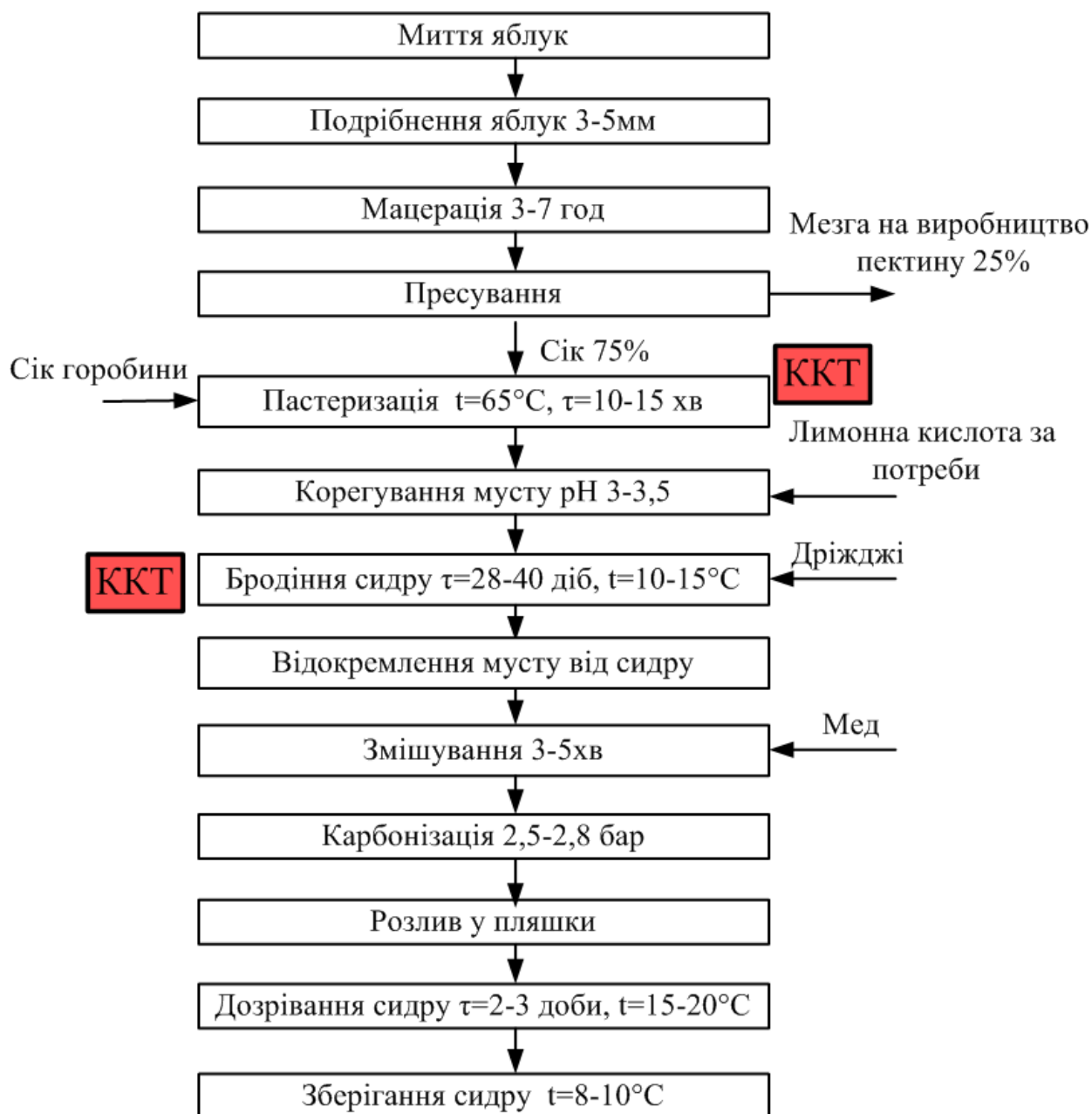


Рис.9. Точки контролю при виробництві сидру

Для кожної критичної точки контролю (ККТ) розроблено коротку і зрозумілу інструкцію з проведення моніторингу. Обов'язково вказали відповідального за проведення вимірювання та спосіб документування. Розроблений порядок дій у випадку перевищення критичних меж. Ці заходи містять як виправлення ситуації, так і визначення та усунення причини невідповідності, тобто коригувальні дії.

Отже, запропоновані заходи щодо впровадження системи НАССР на підприємстві з перероблення плодів дозволять уникнути можливих ризиків

небезпеки в процесі виробництва сидру, тим самим забезпечити надходження безпечної та якісної продукції до споживача

Висновки до розділу 4

Запропоновано можливий алгоритм визначення критичних точок контролю, заходи щодо впровадження системи НАССР.

Попередження можливих ризиків небезпеки під час виробництва і реалізації сидрів сприятиме споживанню безпечної та якісної продукції.

РОЗДІЛ V. РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СИДРУ ІЗ ГОРОБИНОВИМ СОКОМ

В таблиці 5.1 представлено розрахунок витрат на сировину для виробництва сидру із горобиновим соком.

Таблиця 5.1 - Витрати на сировину та основні матеріали

Сировина	Сидр промислового виробництва			Сидр збагачений горобиновим соком		
	Норма на 1000, г	Ціна, грн/кг/мл	Вартість, грн	Норма на 1000, г	Ціна, грн/кг	Вартість, грн
Сік яблучний	1000	30	30000	750	30	22500
Сік горобиновий	-	-	-	250	50	12500
Разом:			30000	35000		

У статтю «Допоміжні матеріали» включаються затрати на придбання пакувального матеріалу та тари (табл. 5.2). Планується упаковувати сидр у пляшки із харчового пластика.

Таблиця 5.2 - Витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали

Сировина	Сидр промислового виробництва			Сидр збагачений горобиновим соком		
	Норма на 1000 л	Ціна, шт	Вартість, грн	Норма на 1000 г	Ціна, грн/м	Вартість, грн
Пляшки пластикові	1000	0,5	500	1000	0,5	500

Для розрахунку статті «Енерговитрати» (табл. 5.3) використовуємо норми витрат електро- та енергоресурсів на випуск одиниці продукції.

Таблиця 5.3 - Енерговитрати на технологічні цілі

Сировина	Сидр промислового виробництва			Сидр збагачений горобиновим соком		
	Норма на кг/1000кг	Ціна, грн/т(м ³)	Вартість, грн	Норма на кг/1000кг г	Ціна, грн/т (м ³)	Вартість, грн
Вода, м ³	1000	15	15000	1000	15	15000
Електроенергія, кВт/год	2	11	22	2	11	22
Разом:			15022	15022		

В таблиці 5.4 представлено розрахунок відпускної ціни збагаченого сидру

Таблиця 5.4 - Розрахунок відпускних цін

Денний обсяг виробництва, л	Відпускна ціна, грн/л	Вартість реалізованої продукції, тис. грн. (денна)	Вартість реалізованої продукції (валового доходу), тис. грн. (річна)
1000	50	50000	1000000

На основі розрахунку вартості реалізованої продукції, розраховано виробничу програму щодо сидру.

Розрахунок виробничої програми представлено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Обсяг виробництва продукції в вартісному виразі

Найменування продукції	Випуск продукції в рік, од.	Діюча оптова ціна за 1 кг	Вартість товарної продукції, тис. грн.
Сидр промислового виробництва	1000000	50	5000000

Сидр збагачений горобиним соком	1000000	60	6000000
------------------------------------	---------	----	---------

Основні техніко-економічні показники з виробництва сидру із горобиним соком представлено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Одиниці виміру	Сидр промислового виробництва	Сидр збагачений горобиним соком
1	Виробнича потужність підприємства за основними видами продукції	т	1	1
2	Виручка від реалізації	грн.	50000	60000
3	Повна собівартість виробленої продукції	грн.	45522	50522
4	Витрати на 1 грн. виробленої продукції	грн.	45	50
5	Валовий прибуток	грн.	4478	9478
6	Рентабельність	%	9	16

Висновки до розділу 5

Виробництво спеціалізованого пива є надзвичайно рентабельним і дозволить отримати щоденний валовий прибуток 9478 грн.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження яблучного сидру залишаються багатообіцяючою галуззю дослідження з великим потенціалом для розробки нових продуктів і нових технологій, перенесених на промисловий рівень. Актори, які виробляють сидр, будуть зосереджені на підвищенні ефективності таким чином, щоб задовольнити переваги споживачів і забезпечити стає виробництво.
2. Сидр мав стійку щільну піну, яка характерна для продукту високої якості. Сидр характеризує яблучний аромат, фруктовість, відтінок меду, ягід і, загалом, інтенсивність запаху. На смак він має певну кислинку і терпкість, а в смаку знову з'являється аромат яблук і ягід. На смак тактильне сприйняття шипучості досить сильне порівняно з контрольним зразком.
3. Сік горобини має вищий рівень рН (3,7), ніж яблучний сік та містить більше цукру (110 г/л). За рахунок цього змінюються параметри напівпродукту, із якого виготовляється сидр. Варто також зазначити, що горобиновий сік містить значно менше яблучної кислоти, ніж яблучний сік, проте, рівень рН достатній для забезпечення процесу бродіння і не потребує додавання лимонної кислоти.
4. За рахунок додавання горобинового соку вміст етанолу у сидру збільшується до 8,1 % об. Також, за рахунок цього підвищується загальна кількість цукрів до 2,5 г/л.
5. Розроблена технологія виготовлення сидру із горобиновим соком.
6. Виробництво спеціалізованого пива є надзвичайно рентабельним і дозволить отримати щоденний валовий прибуток 9478 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lorenzini, M.; Simonato, B.; Slaghenaufi, D.; Ugliano, M.; Zapparoli, G. Assessment of yeasts for apple juice fermentation and production of cider volatile compounds. *LWT-Food Sci. Technol.* **2019**, 99, 224–230.
2. Antón, M.J.; Suárez Valles, B.; García Hevia, A.; Picinelli Lobo, A. Aromatic profile of ciders by chemical quantitative, gas chromatography-olfactometry, and sensory analysis. *J. Food Sci.* **2014**, 79, S92–S99.
3. Peng, B.; Yue, T.; Yuan, Y. Analysis of key aroma components in cider from Shaanxi (China) Fuji apple. *Int. J. Food Sci. Technol.* **2009**, 44, 610–615.
4. Wei, J.; Zhang, Y.; Qiu, Y.; Guo, H.; Ju, H.; Wang, Y.; Yue, T. Chemical composition, sensorial properties, and aroma-active compounds of ciders fermented with *Hanseniaspora osmophila* and *Torulaspora quercuum* in co-and sequential fermentations. *Food Chem.* **2020**, 306, 125623.
5. Plata, C.; Millan, C.; Mauricio, J.C.; Ortega, J.M. Formation of ethyl acetate and isoamyl acetate by various species of wine yeasts. *Food Microbiol.* **2003**, 20, 217–224.
6. Medina, K.; Boido, E.; Dellacassa, E. Growth of non-*Saccharomyces* yeasts affects nutrient availability for *Saccharomyces cerevisiae* during wine fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* **2012**, 157, 245–250.
7. Tanguler, H. Evaluation of *Williopsis saturnus* inoculum level on fermentation and flavor compounds of white wines made from Emir (*Vitis vinifera* L.) grown in Anatolia. *Food Biotechnol.* **2012**, 26, 351–368.
8. Canonico, L.; Comitini, F.; Ciani, M. *Torulaspora delbrueckii* contribution in mixed brewing fermentations with different *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Int. J. Food Microbiol.* **2017**, 259, 7–13.
9. Xu, Y.; Fan, W.; Qian, M.C. Characterization of aroma compounds in apple cider using solvent-assisted flavor evaporation and headspace solid-phase microextraction. *J. Agric. Food Chem.* **2007**, 55, 3051–3057.

10. Ebeler, S.E. Analytical chemistry: Unlocking the secrets of wine flavor. *Food Rev. Int.* **2001**, *17*, 45–64.
11. Roberts, D.D.; Pollien, P.; Milo, C. Solid-phase microextraction method development for headspace analysis of volatile flavor compounds. *J. Agric. Food Chem.* **2000**, *48*, 2430–2437.
12. Schieberle, P. Odour-active compounds in moderately roasted sesame. *Food Chem.* **1996**, *55*, 145–152.
13. He, F.; Duan, J.; Zhao, J.; Li, H.; Sun, J.; Huang, M.; Sun, B. Different distillation stages Baijiu classification by temperature-programmed headspace-gas chromatography-ion mobility spectrometry and gas chromatography-olfactometry-mass spectrometry combined with chemometric strategies. *Food Chem.* **2021**, *365*, 130430.
14. Wang, S.; Chen, H.; Sun, B. Recent progress in food flavor analysis using gas chromatography-ion mobility spectrometry (GC-IMS). *Food Chem.* **2020**, *315*, 126158.
15. Devaki, C.S.; Premavalli, K.S. *Fermented Vegetable Beverages*; Elsevier Inc.: Amsterdam, The Netherlands, 2019; ISBN 9780128152713.
16. Liu, H.; Xu, X.; Cui, H.; Xu, J.; Yuan, Z.; Liu, J.; Li, C.; Li, J.; Zhu, D. Plant-Based Fermented Beverages and Key Emerging Processing Technologies. *Food Rev. Int.* **2022**.
17. Ruiz Rodríguez, L.G.; Zamora Gasga, V.M.; Pescuma, M.; Van Nieuwenhove, C.; Mozzi, F.; Sánchez Burgos, J.A. Fruits and fruit by-products as sources of bioactive compounds. Benefits and trends of lactic acid fermentation in the development of novel fruit-based functional beverages. *Food Res. Int.* **2021**, *140*, 109854.
18. Gerliani, N.; Hammami, R.; Aïder, M. Production of functional beverage by using protein-carbohydrate extract obtained from soybean meal by electro-activation. *LWT* **2019**, *113*, 108259.

19. Voss, G.; Campos, D.; Pintado, M. Cereal Bars Added with Probiotics and Prebiotics. In *Probiotics and Prebiotics in Foods: Challenges, Innovations, and Advances*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2021; pp. 201–217.
20. Sabater, C.; Ruiz, L.; Delgado, S.; Ruas-Madiedo, P.; Margolles, A. Valorization of Vegetable Food Waste and By-Products through Fermentation Processes. *Front. Microbiol.* **2020**, *11*, 581997.
21. Vieira, A.D.S.; Battistini, C.; Bedani, R.; Saad, S.M.I. Acerola by-product may improve the in vitro gastrointestinal resistance of probiotic strains in a plant-based fermented beverage. *LWT* **2021**, *141*, 110858.
22. Briguglio, G.; Costa, C.; Pollicino, M.; Giambò, F.; Catania, S.; Fenga, C. Polyphenols in cancer prevention: New insights (Review). *Int. J. Funct. Nutr.* **2020**, *1*, 9.
23. Voss, G.B.; Valente, L.M.; Pintado, M. Impact of fructose and fructooligosaccharides supplementation upon the fermentation of hydrolyzed okara and its impact upon bioactive components. *SDRP J. Food Sci. Technol.* **2018**, *3*, 460–472.
24. Delgado, S.; Guadamuro, L.; Flórez, A.B.; Vázquez, L.; Mayo, B. Fermentation of commercial soy beverages with lactobacilli and bifidobacteria strains featuring high β -glucosidase activity. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* **2018**, *51*, 148–155.
25. Leonarski, E.; Cesca, K.; Zanella, E.; Stambuk, B.U.; de Oliveira, D.; Poletto, P. Production of kombucha-like beverage and bacterial cellulose by acerola byproduct as raw material. *LWT* **2021**, *135*, 110075.
26. Li, R.; Luo, W.; Liu, Y.; Chen, C.; Chen, S.; Yang, J.; Wu, P.; Lv, X.; Liu, Z.; Ni, L.; et al. The investigation on the characteristic metabolites of *Lactobacillus plantarum* RLL68 during fermentation of beverage from by-products of black tea manufacture. *Curr. Res. Food Sci.* **2022**, *5*, 1320–1329.
27. Mok, W.K.; Tan, Y.X.; Chen, W.N. Evaluating the potential of *Bacillus subtilis* fermented okara as a functional food ingredient through in vitro digestion and fermentation. *Food Biotechnol.* **2021**, *35*, 136–157.

28. Brüssow, H. Probiotics and prebiotics in clinical tests: An update. *F1000Research* 2019, 8, 1157.
29. Szutowska, J. Functional properties of lactic acid bacteria in fermented fruit and vegetable juices: A systematic literature review. *Eur. Food Res. Technol.* **2020**, 246, 357–372.
30. Liu, H.; Xu, X.; Cui, H.; Xu, J.; Yuan, Z.; Liu, J.; Li, C.; Li, J.; Zhu, D. Plant-Based Fermented Beverages and Key Emerging Processing Technologies. *Food Rev. Int.* **2022**.
31. Devaki, C.S.; Premavalli, K.S. *Fermented Vegetable Beverages*; Elsevier Inc.: Amsterdam, The Netherlands, 2019; ISBN 9780128152713.
32. Sabater, C.; Ruiz, L.; Delgado, S.; Ruas-Madiedo, P.; Margolles, A. Valorization of Vegetable Food Waste and By-Products through Fermentation Processes. *Front. Microbiol.* **2020**, 11, 581997.
33. Amorim, C.; Silvério, S.; Rodrigues, L. One-step process for producing prebiotic arabino-xylooligosaccharides from Brewer's spent grain employing *Trichoderma* species. *Food Chem.* **2019**, 1, 86–94.
34. Lawton, M.R.; de Riancho, D.L.; Alcaine, S.D. Lactose utilization by *Brettanomyces claussenii* expands potential for valorization of dairy by-products to functional beverages through fermentation. *Curr. Opin. Food Sci.* **2021**, 42, 93–101.
35. de Oliveira, F.L.; Arruda, T.Y.P.; Morzelle, M.C.; Pereira, A.P.A.; Casarotti, S.N. Fruit by-products as potential prebiotics and promising functional ingredients to produce fermented milk. *Food Res. Int.* **2022**, 161, 111841.
36. Alexandre EMC, Aguiar NFB, Voss GB, Pintado ME. Properties of Fermented Beverages from Food Wastes/By-Products. *Beverages*. 2023; 9(2):45. <https://doi.org/10.3390/beverages9020045>.
37. Konrade, D.; Lidums, I.; Klava, D.; Ence, E.; Kirse-Ozolins, A. Investigation of extruded cereals enriched with plant by-products and their use in fermented beverage production. *Agron. Res.* **2019**, 17, 1346–1355.

38. Zhu, Y.; Lv, J.; Gu, Y.; He, Y.; Chen, J.; Ye, X.; Zhou, Z. Mixed fermentation of Chinese bayberry pomace using yeast, lactic acid bacteria and acetic acid bacteria: Effects on color, phenolics and antioxidant ingredients. *LWT* **2022**, *163*, 113503.
39. Hien, T.T.; Khang, V.C.; Van Muoi, N.; Truc, T.T. Production of a fermented beverage from pineapple (*Ananas comosus*) byproduct crumbs. *Mater. Today Proc.* **2022**, *60*, 2034–2042.
40. Aguilar, K. Evaluating ultrasound pre-treatment as a tool for improving the process of a fermented beverage made from pineapple by-products. *Braz. J. Food Technol.* **2022**, *25*, 1–13.
41. Gutiérrez-Sarmiento, W.; Peña-Ocaña, B.A.; Lam-Gutiérrez, A.; Guzmán-Albores, J.M.; Jasso-Chávez, R.; Ruíz-Valdiviezo, V.M. Microbial community structure, physicochemical characteristics and predictive functionalities of the Mexican tepache fermented beverage. *Microbiol. Res.* **2022**, *260*, 127045.
42. Vieira, A.D.S.; de Souza, C.B.; Padilha, M.; Zoetendal, E.G.; Smidt, H. Susana Marta Isay Saad Koen Venema 5 Impact of a fermented soy beverage supplemented with acerola by-product on the gut microbiota from lean and obese subjects using an in vitro model of the human colon. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **2021**, *105*, 3771–3785.
43. Álvarez, S.A.; Rocha-Guzmán, N.E.; Moreno-Jiménez, M.R.; Gallegos-Infante, J.A.; Pérez-Martínez, J.D.; Rosas-Flores, W. Functional fermented beverage made with apple, tibicos, and pectic polysaccharides from prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L. Mill) peels. *J. Food Process. Preserv.* **2021**, *45*, e15745.
44. Dunn, D.; Awdey, G.; McGonegal, C. Cider Style Guidelines; BJCP: St. Louis Park, MN, USA, 2015.
45. Copas, L. A Somerset Pomona: The Cider Apples of Somerset, 1st ed.; The Dovecote Press Ltd.: Stanbridge, UK, 2001.
46. Christensen, H.B.; Granby, K. Method validation for strobilurin fungicides in cereals and fruit. *Food Addit. Contam.* **2001**, *10*, 866–874.

47. Navarro, S.; Barba, A.; Navarro, G.; Vela, N.; Oliva, J. Multiresidue method for the rapid determination—In grape, must and wine—Of fungicides frequently used on vineyards. *J. Chromatogr. A* 2000, 882, 221–229.
48. Jin, B.; Xie, L.; Guo, Y.; Pang, G. Multi-residue detection of pesticides in juice and fruit wine: A review of extraction and detection methods. *Food Res. Int.* 2012, 46, 399–409.
49. Vysini, E.; Dunwell, J.; Froud-Williams, B.; Hadley, P.; Hatcher, P.; Ordidge, M.; Shaw, M.; Battey, N. Sustainable Cider Apple Production; University of Reading: Reading, UK, 2011
50. Cliff, M.; Dever, M.C.; Gayton, R. Juice extraction process and apple cultivar influences on juice properties. *J. Food Sci.* 1991, 56, 1614–1617.
51. Grimi, N.; Mamouni, F.; Lebovka, N.; Vorobiev, E.; Vaxelaire, J. Impact of apple processing modes on extracted juice quality: Pressing assisted by pulsed electric fields. *J. Food Eng.* 2011, 103, 52–61.
52. Mannozi, C.; Fauster, T.; Haas, K.; Tylewicz, U.; Romani, S.; Rosa, M.D.; Jaeger, H. Role of thermal and electric field effects during the pre-treatment of fruit and vegetable mash by pulsed electric fields (PEF) and ohmic heating (OH). *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* **2018**, 48, 131–137.
53. Wibowo, S.; Essel, E.A.; De Man, S.; Bernaert, N.; Van Droogenbroeck, B.; Grawert, T.; Van Loey, A.; Hendrickx, M. Comparing the impact of high pressure, pulsed electric field and thermal pasteurization on quality attributes of cloudy apple juice using targeted and untargeted analyses. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* **2019**, 54, 64–77.
54. Chueca, B.; Ramírez, N.; Arvizu-Medrano, S.M.; García-Gonzalo, D.; Pagán, R. Inactivation of spoiling microorganisms in apple juice by a combination of essential oils' constituents and physical treatments. *Food Sci. Technol. Int.* **2015**, 22, 389–398.
55. Liang, Z.; Cheng, Z.; Mittal, G.S. Inactivation of spoilage microorganisms in apple cider using a continuous flow pulsed electric field system. *LWT Food Sci. Technol.* **2006**, 39, 351–357

56. Candrawinata, V.I.; Golding, J.B.; Roach, P.D.; Stathopoulos, C.E. From apple to juice—The fate of polyphenolic compounds. *Food Rev. Int.* **2013**, *29*, 276–293.
57. Massini, L.; Rico, D.; Martin-Diana, A.B. *Chapter 4—Quality Attributes of Apple Juice: Role and Effect of Phenolic Compounds*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2018; pp. 45–57.
58. Ma, S.; Neilson, A.; Lahne, J.; Peck, G.; O’Keefe, S.; Hurley, E.K.; Sandbrook, A.; Stewart, A. Juice clarification with pectinase reduces yeast assimilable nitrogen in apple juice without affecting the polyphenol composition in cider. *J. Food Sci.* **2018**, *83*, 2772–2781.
59. Gerard, K.A.; Roberts, J.S. Microwave heating of apple mash to improve juice yield and quality. *LWT Food Sci. Technol.* **2004**, *37*, 551–557.
60. Sharma, H.P.; Patel, H.; Sugandha. Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices—A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **2017**, *57*, 1215–1227.
61. Lee, W.C.; Yusof, S.; Hamid, N.S.A.; Bahrain, B.S. Optimizing conditions for enzymatic clarification of banana juice using response surface methodology (RSM). *J. Food Eng.* **2006**, *73*, 55–63.
62. Satora, P.; Tarko, T.; Duda-Chodak, A.; Sroka, P.; Tuszyński, T.; Czepielik, M. Influence of prefermentative treatments and fermentation on the antioxidant and volatile profiles of apple wines. *J. Agric. Food Chem.* **2009**, *57*, 11209–11217.
63. Will, F.; Bauckhage, K.; Dietrich, H. Apple pomace liquefaction with pectinases and cellulases: analytical data of the corresponding juices. *Eur. Food Res. Technol.* **2000**, *211*, 291–297.
64. Yang, Y.; Shen, H.; Tian, Y.; You, Z.; Guo, Y. Effect of thermal pasteurization and ultraviolet treatment on the quality parameters of not-from-concentrate apple juice from different varieties. *Cyta J. Food* **2019**, *17*, 189–198.
65. Koutchma, T.; Popović, V.; Ros-Polski, V.; Popielarz, A. Effects of ultraviolet light and high-pressure processing on quality and health-related constituents of fresh juice products. *Compr. Rev. Food Sci. F.* **2016**, *15*, 844–867.

66. Urban, L.; Charles, F.; Alcantara de Miranda, M.R.; Aarouf, J. Understanding the physiological effects of UV-C light and exploiting its agronomic potential before and after harvest. *Plant Physiol. Biochem.* **2016**, *105*, 1–11.
67. Tikekar, R.V.; Anantheswaran, R.C.; LaBorde, L.F. Patulin degradation in a model apple juice system and in apple juice during ultraviolet processing. *J. Food Process. Preserv.* **2012**, *38*, 924–934.
68. Tremarin, A.; Brandão, T.R.S.; Silva, C.L.M. Application of ultraviolet radiation and ultrasound treatments for *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores inactivation in apple juice. *LWT Food Sci. Technol.* **2017**, *78*, 138–142.
69. Falguera, V.; Pagán, J.; Ibraiz, A. Effect of UV irradiation on enzymatic activities and physicochemical properties of apple juices from different varieties. *LWT Food Sci. Technol.* **2011**, *44*, 115–119.
70. Geveke, D.J. UV inactivation of bacteria in apple cider. *J. Food Prot.* **2005**, *68*, 1739–1742.
71. Satora, P.; Sroka, P.; Duda-Chodak, A.; Tarko, T.; Tuszyński, T. The profile of volatile compounds and polyphenols in wines produced from dessert varieties of apples. *Food Chem.* **2008**, *111*, 513–519.
72. Wandjou, J.G.N.; Mevi, S.; Sagratini, G.; Vittori, S.; Dall’Acqua, S.; Caprioli, G.; Lupidi, G.; Mombelli, G.; Arpini, S.; Allegrini, P.; et al. Antioxidant and enzyme inhibitory properties of the polyphenolic-rich extract from an ancient apple variety of Central Italy (Mela Rosa dei Monti Sibillini). *Plants* **2020**, *9*, 9.
73. Başlar, M.; Ertugay, M.F. The effect of ultrasound and photosonation treatment on polyphenoloxidase (PPO) activity, total phenolic component and colour of apple juice. *Int. J. Food Sci. Technol.* **2012**, *48*, 886–892.
74. Saeeduddin, M.; Abid, M.; Jabbar, S.; Wu, T.; Hashim, M.M.; Awad, F.N.; Hu, B.; Lei, S.; Zeng, X. Quality assessment of pear juice under ultrasound and commercial pasteurization processing conditions. *LWT Food Sci. Technol.* **2015**, *64*, 452–458.

75. Cotea, V.V.; Focea, M.C.; Luchin, C.E.; Colibaba, L.C.; Scutarașu, E.C.; Marius, N.; Zamfir, C.I.; Popîrdă, A. Influence of different commercial yeasts on volatile fraction of sparkling wines. *Foods* **2021**, *10*, 247.
76. Lee, H.; Kim, H.; Cadwallader, K.R.; Feng, H.; Martin, S.E. Sonication in combination with heat and low pressure as an alternative pasteurization treatment—Effect on *Escherichia coli* K12 inactivation and quality of apple cider. *Ultrason. Sonochem.* **2013**, *20*, 1131–1138.
77. Rodgers, S.L.; Ryser, E.T. Reduction of microbial pathogens during apple cider production using sodium hypochlorite, copper ion, and sonication. *J. Food Prot.* **2004**, *67*, 766–771.
78. Abid, M.; Jabbar, S.; Wu, T.; Hashim, M.M.; Hu, B.; Lei, S.; Zeng, X. Sonication enhances polyphenolic compounds, sugars, carotenoids and mineral elements of apple juice. *Ultrason. Sonochem.* **2014**, *21*, 93–97.
79. Salanță, L.C.; Coldea, T.E.; Ignat, M.V.; Pop, C.R.; Tofană, M.; Mudura, E.; Borșa, A.; Pasqualone, A.; Anjos, O.; Zhao, H. Functionality of special beer processes and potential health benefits. *Processes* **2020**, *8*, 1613.
80. Petrus, R.R.; Churey, J.J.; Humiston, G.A.; Cheng, R.M.; Worobo, R. The combined effect of high pressure processing and dimethyl dicarbonate to inactivate foodborne pathogens in apple juice. *Braz. J. Microbiol.* **2020**, *51*, 779–785.
81. Marszałek, K.; Szczepańska, J.; Starzonek, S.; Woźniak, Ł.; Trych, U.; Skąpska, S.; Rzoska, S.; Saraiva, J.A.; Lorenzo, J.M.; Barba, F.J. Enzyme inactivation and evaluation of physicochemical properties, sugar and phenolic profile changes in cloudy apple juices after high pressure processing, and subsequent refrigerated storage. *J. Food Process Eng.* **2019**, *42*, e13034.
82. Calugar PC, Coldea TE, Salanță LC, Pop CR, Pasqualone A, Burja-Udrea C, Zhao H, Mudura E. An Overview of the Factors Influencing Apple Cider Sensory and Microbial Quality from Raw Materials to Emerging Processing Technologies. *Processes*. 2021; 9(3):502. <https://doi.org/10.3390/pr9030502>.
83. Fernández-Jalao, I.; Sánchez-Moreno, C.; De Ancos, B. Effect of high-pressure processing on flavonoids, hydroxycinnamic acids, dihydrochalcones and

antioxidant activity of apple 'Golden Delicious' from different geographical origin. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* **2019**, *51*, 20–31.

84. Mahendran, R.; Ramanan, K.R.; Barba, F.J.; Lorenzo, J.M.; López-Fernández, O.; Munekata, P.E.S.; Roohinejad, S.; Sant'Ana, A.S.; Tiwari, B.K. Recent advances in the application of pulsed light processing for improving food safety and increasing shelf life. *Trends Food Sci. Technol.* **2019**, *88*, 67–79.

85. Wiktor, A.; Mandal, R.; Singh, A.; Pratap Singh, A. Pulsed Light treatment below a Critical Fluence (3.82 J/cm²) minimizes photo-degradation and browning of a model Phenolic (Gallic Acid) Solution. *Foods* **2019**, *8*, 380.

86. Rodríguez-Bencomo, J.J.; Viñas, I.; Martín-Belloso, O.; Soliva-Fortuny, R. Formation of patulin-glutathione conjugates induced by pulsed light: A tentative strategy for patulin degradation in apple juices. *Food Chem.* **2020**, 315