

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 ПИВА СПЕЦІАЛЬНОГО НА
ОСНОВІ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ЧОРНОПЛІДНОЇ ГОРОБИНИ»**

Виконав: _____ Євген РУДІЧЕНКО
(підпис) (прізвище, ініціали)

Група: ХТ 2023М
(номер)

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

Суми 2024

Анотація

Євген РУДІЧЕНКО тема «Розробка технології пива спеціального на основі продуктів переробки чорноплідної горобини».

Попит на функціональні та оздоровчі продукти харчування, а також виснаження традиційної сировини сприяє використанню нових видів ресурсних джерел. До нетрадиційної рослинної сировини, яка має значний потенціал, але майже не застосовується в харчовій промисловості, відноситься *Aronia melanocarpa*. Метою даного дослідження є розробка технології спеціального пива за рахунок використання сиропу із горобини чорноплідної. Плоди горобини зневоднювали методом осмотичної дегідратації та сушінням, подрібнювали у порошки та визначали їх антиоксидантні властивості. Осмотичні розчини та свіжі плоди аналізували на вміст флаваноїдів, антоціанів та антиоксидантну активність. Виготовляли три дослідних зразки пива за традиційною технологією (К) та із додаванням 6% (Д1) та 10% (Д2) осмотичних розчинів, відокремлених від частково зневоднених плодів. Проводили органолептичний аналіз пива та визначення його антиоксидантної активності. Результати показали, що при застосуванні осмотичної дегідратації втрати флавоноїдів були значно менші (29,74 мг К/100 г), ніж при застосуванні традиційного способу сушіння (39,13 мг К/100 г). При застосуванні запропонованого режиму зневоднення плодів зберігається майже 70% антоціанів. Тоді, як традиційний спосіб забезпечує збереження лише 59% цих пігментів. Цукровий розчин на поверхні плодів запобігає значній втраті антиоксидантних сполук. Це пояснює вищу антиоксидантну активність (на 9,86 ммоль Trolox/100 г) у зразках, зневоднених із застосуванням осмотичної дегідратації. Додавання горобинового осмотичного розчину до пива у кількості 6-10 % призводить до зростання його антиоксидантної активності на 9-16 ммоль Trolox/100 г.

Ключові слова: нетрадиційна сировина, горобина чорноплідна, пиво спеціальне, антиоксидантна активність, флаваноїди, антоціани.

Abstract

Yevhen RUDYCHENKO, topic "Development of special beer technology based on black rowan processing products."

The demand for functional and health food products, as well as the depletion of traditional raw materials, promotes the use of new types of resource sources. Aronia melanocarpa is an unconventional plant material that has significant potential but is almost never used in the food industry. Aronia melanocarpa is an unconventional plant material that has significant potential but is almost never used in the food industry. The purpose of this study is to develop a special beer technology using black rowan syrup. Rowan fruits were dehydrated by the method of osmotic dehydration and drying, ground into powders, and their antioxidant properties were determined. Osmotic solutions and fresh fruits were analyzed for the content of flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity. Three experimental samples of beer were produced according to the traditional technology (K) and with the addition of 6% (D1) and 10% (D2) osmotic solutions separated from partially dehydrated fruits. Organoleptic analysis of beer and determination of its antioxidant activity were carried out. The results showed that when using osmotic dehydration, the loss of flavonoids was significantly lower (29.74 mg K/100 g) than when using the traditional drying method (39.13 mg K/100 g). When applying the proposed regime of dehydration of fruits, almost 70% of anthocyanins are preserved. Whereas the traditional method ensures preservation of only 59% of these pigments. The sugar solution on the fruit surface prevents significant loss of antioxidant compounds. This explains the higher antioxidant activity (by 9.86 mmol Trolox/100 g) in samples dehydrated using osmotic dehydration. Adding rowan osmotic solution to beer in the amount of 6-10% leads to an increase in its antioxidant activity by 9-16 mmol Trolox/100 g.

Key words: non-traditional raw materials, mountain ash, special beer, antioxidant activity, flavonoids, anthocyanins.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ	12
1.1. Функціональні та споживчі властивості пива	12
1.2. Застосування плодів горобини чорноплідної та продуктів їх переробки у харчовій промисловості та у лікувально-оздоровчих цілях	20
Висновки до розділу 1	25
РОЗДІЛ II. ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1. Схема та методика проведення досліджень	26
2.2. Методи дослідження показників якості пива	29
Висновки до розділу 2	31
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ, ТЕХНОЛОГІЇ, ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВИРОБНИЦТВА СПЕЦІАЛЬНОГО ПИВА	32
3.1. Результати аналізу якості горобинового сиропу	32
3.2. Результати органолептичної оцінки якості спеціального пива	33
3.3. Результати дослідження фізико-хімічних показників пива	35
3.4. Мікробіологічні показники якості пива	35
3.5. Дослідження антиоксидантних властивостей пива	36
3.6. Технологія виробництва спеціального пива	37
Висновки до розділу 3	39
РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА СПЕЦІАЛЬНОГО ПИВА	41
Висновки до розділу 4	48
РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОВОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ПИВА	49

Висновки до розділу 5	51
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

ВСТУП

Актуальність теми. Вибір їжі, як правило, стабільний протягом тривалого часу; вони не змінюються швидко, оскільки споживачі, як правило, діють як істоти звичок. Однак харчові звички можуть розвиватися, як зараз категорія крафтового пива. Пиво є популярним напоєм і є найпоширенішим алкогольним напоєм у світі. Останніми роками спостерігається значне зростання незалежних крафтових пивоварень навіть у країнах без пивоварних традицій. Крафтова пивоварня зазвичай визначається як невелика, незалежна і традиційна пивоварня. Сьогодні споживачі шукають справжні, унікальні, різноманітні та якісні продукти. Виробники крафтового пива відреагували на це запровадженням нової комбінації сирих або солодових злаків і змінили аромат і смак пива, додавши фрукти, спеції тощо.

Варіння та споживання пива стає популярним і масовим, загалом воно стає третім напоєм за кількістю споживаних після води та чаю [1], а серед алкогольних напоїв воно є найбільш споживаним у світі [2]. За останнє десятиліття інтерес до крафтового пива з'явився в кількох країнах, і його продажі зростали швидше, ніж звичайний промисловий лагер.

Крафтове пиво стало популярним у багатьох країнах, але США лідирують у зростанні в цьому секторі [3]. Деякі автори пояснюють нещодавнє зростання мікропивоварень пошуком місцевого досвіду, маркетингового інструменту, який добре використовують у харчовій промисловості [4].

Протягом 19-го та 20-го століть світова пивна промисловість пережила явище «індустріалізації», яка спостерігала зростання лише кількох компаній, які скористалися перевагами, пов'язаними з технологічним прогресом та економією на масштабі [5].

Зокрема, наприкінці минулого століття був зафіксований різкий процес концентрації ринку, заснований на злитті та поглинанні, який привів світову пивну промисловість до олігополістичної структури з кількома великими транснаціональними компаніями, які ділять більшу частину світового ринку [5].

У цьому контексті пивоварної промисловості було свідком прогресивного зменшення диференціації продукту, оскільки макро-пивовари прагнуть вибирати характеристики продукту, які звернулися до якомога більшої кількості споживачів [6].

Як наслідок, пиво, пропоноване домінуючими на ринку транснаціональними компаніями, ставало все більш і більш однорідним і стандартизованим у всьому світі, лише один стиль пива (International Pale Lager) був домінуючим у масовому масштабі [7].

Ці ринкові умови сприяли появі нового явища, яке було названо «революцією крафтового пива», і воно полягало в відродженні та швидкому розмноженні дрібних пивоварень, які пропонували більш диференційовані продукти, здатні задовольнити зростаючий попит сучасних споживачів на непромислові товари. , харчові продукти немасового виробництва, отримані з місцевої сировини та з використанням місцевих методів виробництва [8].

Ці зміни почалися в 1980-х роках на західному узбережжі США і швидко поширилися на решту країни, а також по всьому світу [8].

Наразі невеликі пивовари з широким потенціалом диференціації (їх також називають «крафтовими пивоварами», «кустарними пивоварами», «мікропивоварами», «незалежними пивоварами», «спеціальними пивоварами» та «місцевими пивоварами») відіграють ключову роль у трансформації світової пивоварної промисловості.

Враховуючи різноманітність країн та їхні історично різні традиції пивоваріння, єдиного та загальноприйнятого визначення крафтового пива не існує. Однак крафтове пиво зазвичай ідентифікується з точки зору виробника як пиво, зварене на будь-якій невеликій, незалежній пивоварні, яка дотримується традиційних методів пивоваріння, що так сильно відрізняється від пива масового виробництва, яке пропонують великі пивоварні [9].

За останні кілька років багато дослідників досліджували феномен крафтового пива як з боку попиту, так і з боку пропозиції. У двох нещодавніх оглядах було підкреслено, що за останнє десятиліття було опубліковано сотні

наукових статей, присвячених питанням крафтового пива, більшість із них після 2017 року [10,11]. Багато з цих досліджень було проведено в різних культурних контекстах, щоб проаналізувати переваги споживачів щодо характеристик крафтового пива та визначити профіль і мотивацію тих, хто п'є крафтове пиво [12,13,14,15,16].

Ці дослідження підкреслили, що незалежно від культурного контексту можна виділити два сегменти любителів пива: «любителів крафтового стилю» та «любителів основного стилю». Перший сегмент споживачів менший за кількістю осіб, ніж другий, але стрімко зростає. Сегмент любителів ремісничого стилю переважно включає чоловіків, які молодші за своїх звичайних колег, а також мають вищий рівень доходу та освіти. З психологічної точки зору, любителі ремісничого стилю характеризуються такими, що мають сильну самоідентичність, яка спонукає їх бути більш шукачами новизни та мати бажання вирізнитися, шукаючи унікальні або, принаймні, продукти, які відрізняються від основного пива. Любителі крафтового стилю також дуже залучені до пива, і вони, як правило, регулярно та послідовно вдосконалюють свої знання, шукаючи та дегустуючи нові сорти пива. Загалом любителі крафтового стилю готові платити вищу ціну за пиво, і їм подобається широкий вибір стилів і смаків пива.

Щоб задовольнити потреби цієї зростаючої групи споживачів, мікропивоварні експоненціально зростають, і тепер вони пропонують широкий вибір крафтового пива, яке сильно диференціюється як за внутрішніми, так і за зовнішніми характеристиками. Зовнішні характеристики крафтового пива в основному пов'язані з упаковкою, брендом і маркуванням, зокрема із зазначенням країни походження.

Що стосується внутрішніх характеристик (тобто кольору, вмісту алкоголю, смаку, запаху тощо), варто зазначити, що крафтове пиво можна отримати шляхом складної комбінації різних типів і сортів звичайних інгредієнтів для пива (солодовий ячмінь і пшениця, несоложені злаки, хміль та дріжджі) з нетрадиційними (фрукти, спеції, трави тощо), у різних пропорціях та за

допомогою традиційних і нових технологій пивоваріння, що призводить до широкого діапазону стилів пива [17].

Крафтові пивоварні, як правило, приділяють увагу місцевості як способу створення свого бренду та ідентичності [18]. Цей локалізм і швидке зростання крафтового пива створили нову ринкову нішу в туризмі: пивний туризм [19].

Незважаючи на високий попит, комерційне пиво, вироблене цими великими пивними групами, вважається дуже недиференційованим і позбавленим відмінного зовнішнього вигляду, смаку та аромату. Крім того, поінформованість громадськості про такі теми, як стійкість навколишнього середовища та здоров'я, спричинила переваги споживачів до переходу на якісні, здорові та екологічно стійкі продукти, які відрізняються привабливими новинками та витонченістю.

Ці фактори сприяють зростанню популярності та переваг споживачів у секторі крафтового пива. Такі стрімкі зміни вподобань були досягнуті головним чином завдяки зобов'язанню крафтових пивоварень перед споживачами віддавати пріоритет виробництву широкого спектру стилів пива з особливими органолептичними властивостями, які сприяють особливій методології пивоваріння та ретельному ручному відбору інгредієнтів.

Пивоварна промисловість є зрілим, добре організованим і конкурентоспроможним сектором діяльності. Він добре відомий своєю динамічною поведінкою, намагаючись реагувати на постійно змінювані споживчі тенденції. Крім того, він намагається інтегрувати нові та нові технології, які стають доступними в результаті досліджень, розробок та інноваційної діяльності, розробленої в усьому світі.

Вкрай важливо отримати більш повне розуміння того, як налагодити ефективні та стійкі виробничі процеси, дотримуючись стандартів безпеки та найвищої якості. Інноваційні технології, засновані на зниженні теплового навантаження або непрямой теплопередачі, можуть сприяти зменшенню споживання енергії та використанню невідновлюваних ресурсів. Кілька хімічних і фізичних подій можуть бути викликані за наявності змінних обробки, таких як

температура, електричні поля, тиск та інші, що сприяє унікальним властивостям на функціональному та сенсорному рівнях, які слід досліджувати.

Розширення пивоварної промисловості відкрило багато можливостей для покращення смаку, аромату та функціональності цього напою. Проблеми, пов'язані зі здоров'ям, і загальне прагнення до здорового способу життя призвели до збільшення попиту на функціональне пиво.

Таким чином, сучасні технології пропонують простіші форми для потенціювання позитивних ефектів, які пропонують додаткові функціональні властивості для здоров'я та хорошого самопочуття за допомогою сенсорних коригувань класичного пива.

Мета кваліфікаційної роботи – розробка технології спеціального пива за рахунок використання сиропу із горобини чорноплідної.

Для досягнення поставленої мети запропоновано наступні **завдання дослідження**:

1. Обґрунтувати застосування горобинового сиропу для збагачення пива;
2. Дослідити вплив горобинового сиропу на органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні властивості та антиоксидантні властивості спеціального пива;
3. Розробити технології спеціального пива із горобиновим сиропом.

Об'єкт дослідження: технологія спеціального пива із горобиновим сиропом.

Предметом дослідження є сироп із горобини чорноплідної, органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та антиоксидантні показники якості спеціального пива.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше запропоновано для збагачення пива використовувати сироп із горобини чорноплідної.

Зв'язок із науковими напрямками кафедри. Робота виконувалася в межах наукової тематики кафедри технологій та безпечності харчових продуктів

0124U002836 Розробка технологій виробництва харчових продуктів з доданою вартістю на принципах сталого розвитку.

Апробація результатів: Samilyk, M., Illiashenko, Y., **Rudichenko, Y.**, Yevtushenko, Y., Huba, S., Tkachuk, S., Ryzhkova, T., Heida I., Lysenko, H., & Severin, R. (2024). Determination of the antioxidant potential of processing products of osmotically dehydrated chokeberry fruits and beer enriched with them. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(11 (128), 26–33. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.301159> (Scopus).

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ

1.1. Функціональні та споживчі властивості пива

Пиво є одним із найстаріших і найпоширеніших слабоалкогольних напоїв у світі, традиційно виготовляється з ячмінного солоду, води, хмелю та пивних дріжджів [20,21].

Незважаючи на те, що технологія пивоваріння добре відома та стандартизована, стилі пива варіюються, змінюються та слідують тенденціям та вподобанням споживачів. Через глобальний споживчий попит на пиво зростає кількість мікропивоварень, які виробляють інноваційне, автентичне та складне крафтове пиво, яке є більш ароматним, ніж комерційне пиво [22,23].

Серед алкогольних напоїв пиво є найбільш споживаним у всьому світі, на нього припадає 78,2% частки алкогольних напоїв; число вище в деяких країнах, таких як Мексика, де пиво становить 93,3% від загального споживання алкогольних напоїв.

Важливість пива в житті людини переходить від економічного до символічного. Для таких продуктів, як пиво, оцінка продукту споживачами в основному залежить від його сенсорних характеристик. Подібним чином [24] виявили, що молоді французькі споживачі будуть більш схильні відмовлятися від пива через його смак, ніж через пляшку.

Досліджували обсяг інформації споживачів щодо процесів виробництва пива, його впливу та того, наскільки продукт прийнятний для споживачів із використанням генетично модифікованих дріжджів, органічного ячменю та хмелю та з використанням традиційної технології пивоваріння. Їхні результати показують, що генетична модифікація є серйозною зміною в процесі виробництва, і її застосування призводить до низки небажаних наслідків, тоді як органічний процес позитивно впливає на прийняття.

В останнє десятиліття в кількох країнах спостерігається зростання інтересу до пива. У Данії, наприклад, серед споживачів зросла обізнаність про якість пива та споживання пива в різних контекстах [25].

У США з 1990-х років крафтові пивоварні знову з'явилися як альтернатива звичайному пиву [26], і ця революція крафтового пива, схоже, поширюється на інші країни. Крафтове пиво стає все більш популярним у Мексиці, і протягом багатьох років воно зростає двозначними темпами. Протягом 2013 року споживання крафтового пива зросло на 25%, і з кожних 975 л, спожитих у країні, 1 л надходить від крафтових брендів.

У недавньому дослідницькому дослідженні виявили, що крафтове пиво обирають через його різноманітність смаків, наприклад пиво зі смаком ячменю, каштана та меду, що збільшує ймовірність сприйняття крафтового пива як вища якість, ніж комерційне пиво. Згідно з дослідженням італійських споживачів, крафтове пиво споживали люди, які часто п'ють пиво в пабах і зі своїми сім'ями.

Промислове пиво є субстратом, сприйнятливим до забруднення мікроорганізмами, оскільки воно містить усі необхідні поживні елементи. Однак наявність різних інгібіторів, таких як вуглекислий газ, вміст алкоголю (0,5–10% мас./мас.), діоксид сірки та сполуки хмелю роблять пиво достатньо стійким до мікробного забруднення. Пиво вважається безпечним для харчових патогенів через його граничне значення рН (3,8–4,7). Крім того, такі процеси, як фільтрація, зберігання при низьких температурах [27].

Пиво традиційно виготовляється з використанням чотирьох основних інгредієнтів: води, солодових злаків, хмелю та дріжджів [28]. Різні стилі пива виникають внаслідок поєднання різних інгредієнтів і технік пивоваріння протягом усього виробництва пива [29].

Вода є основною сировиною для пивоваріння, що становить близько 94% ваги пива [30]. Термін «солод» визначає матеріал, який є результатом проростання в контрольованих умовах будь-яких злаків (наприклад, ячменю, рису, кукурудзи, пшениці тощо) [31]. Серед багатьох інших сполук солод містить три дуже цінні складові з точки зору пивовара: крохмаль, білки та гідролітичні ферменти. Крохмаль є основним джерелом вуглеводів у пивному суслі та гідролізується ферментами (тобто амілазами) для перетворення його на зброджуваний цукор, який, у свою чергу, визначає вміст алкоголю в кінцевому

пивному продукті [32,33]. Крім того, інші гідролітичні ферменти (тобто протеази) перетворюють частину білків в амінокислоти, необхідні для живлення дріжджів під час бродіння, а решта неушкодженої фракції білків відповідає за властивості пивної піни [34,35].

Хміль - це рослини, класифіковані як *Humulus lupulus*, типові для холодних регіонів і тому вимагають суворих умов вирощування [36]. Ця рослина має залози, де виробляються гранули лупуліну, які містять цікаві для пивоваріння речовини, такі як α -кислоти та ефірні олії, які відповідають за типову гіркоту та аромат пива [37,38].

Дріжджі — це еукаріотичний одноклітинний організм, який належить до царства грибів [39]. В даний час пиво класифікується в одній з наступних категорій: ель, світле і ламб'ік.

Основним критерієм, який поділяє ці категорії, є вид дріжджів, які використовуються у виробництві пива: штами *Saccharomyces cerevisiae* (тобто дріжджі верхового бродіння) відповідають за ельне пиво, *Saccharomyces pastorianus* (тобто дріжджі низового бродіння) створюють світле пиво та місцеві дріжджові штами (тобто дикі дріжджі), присутні як в атмосфері пивоварні, так і в пивній сировині, створюють ламб'ік [40].

Процес пивоваріння можна розділити на дев'ять основних операцій, а саме: подрібнення, затирання, фільтрація сусла, кип'ятіння сусла, обробка сусла, бродіння, дозрівання, фільтрація та пастеризація. Деякі з цих етапів пивоваріння не є обов'язковими для виробництва пива; однак великі промислові пивоварні воліють використовувати їх, прагнучи кращого сприйняття споживачами щодо кінцевого продукту [41].

Стадія помелу має на меті рівномірне зменшення солодового зерна для отримання: лущення кори в поздовжньому напрямку, таким чином оголюючи ендосперм (тобто внутрішню частину зерна); повний розпад ендосперму (сприяння кращій ферментативній дії на відкриті крохмалі та білки); і мінімальне виробництво борошна з дуже дрібною гранулометриєю [42,43].

Затирання складається з суміші меленого солоду разом з водою при контрольованій температурі за попередньо встановленою програмою. Ця операція спрямована на солубілізацію речовин солоду, які безпосередньо розчиняються у воді, і сприяння ферментативному гідролізу крохмалю та білків у зброджуванні цукру та амінокислоти [44,45].

Після затирання відбувається фільтрація сусла в контейнері під назвою *lauter tun*, де сусло фільтрується за допомогою лушпиння солоду, що служить фільтруючим шаром, і в результаті виходить прозоре сусло, яке не містить лушпиння, проростків та інших нерозчинних матеріалів [46].

Фільтруючий шар додатково промивають водою з метою збільшення вилучення цукру і, як наслідок, підвищення виходу процесу [47].

Стадія кип'ятіння включає кілька цілей, таких як біохімічна стабілізація складу сусла; освітлення шляхом коагуляції та осадження дубильних речовин і білків; стерилізація для знищення бактерій; екстракція гірких попередників (α -кислот) із хмелю; ізомеризація α -кислот у молекули гіркоти, що надають гіркоту пиву (ізо- α -кислоти); екстракція ароматичних сполук хмелю, які сприяють смаку та аромату пива; і випаровування небажаних летких сполук [48,49].

Обробка сусла є наступним кроком до кип'ятіння сусла, що дозволяє видалити осад хмелю та білків, охолодження та аерацію [50]. Після відділення осаду сусло охолоджується до температури бродіння, яка визначається штамом дріжджів, які будуть використовуватися в бродінні [51]. Нарешті, після того, як сусло охолоджується, в резервуар для бродіння вводять кисень, щоб отримати бажану концентрацію кисню для росту дріжджів під час бродіння [52].

Етап бродіння диктує додавання дріжджів, які починають поглинати ферментовані цукру, амінокислоти, мінерали та інші поживні речовини [53].

Після цього дріжджі, в результаті складних клітинних біохімічних шляхів, ініціюють виробництво великої різноманітності сполук, таких як етанол, CO_2 , вищі спирти та складні ефіри, які вивільняються в матрицю пива [54,55]. Широкий спектр сполук, що виробляються дріжджами, є основними продуктами

бродіння пива, які впливають на хімічний склад, колір і, що найважливіше, сенсорну якість пива.

Під час бродіння можуть утворюватися небажані сполуки (наприклад, ацетальдегід, діацетил, сірковмісні сполуки тощо), які негативно впливають на профіль смаку та якість пива [56]. З цієї причини виконується дозрівання (іноді його називають етапом кондиціонування), коли пиво поміщають у резервуари та охолоджують до температур від 0 до 10 °С, що дозволяє дріжджам повільно метаболізувати небажані смакові сполуки, які далі видаляються.

Крім того, дозрівання також дозволяє твердим речовинам (нерозчинним при більш низьких температурах) осідати й випадати в осад, що призводить до прозорого пива [57]. Загалом, дозрівання сприяє покращенню смаку та колоїдної стабільності пива та забезпечує важливі органолептичні характеристики кінцевого продукту.

Якщо передбачається додаткове освітлення пива, яке зазвичай відбувається в процесі промислового виробництва, то виконується стадія фільтрації. Основною метою фільтрації пива є збільшення утримування дріжджових клітин, макроколоїдів, зважених речовин і розчинених речовин, які викликають утворення пивного туману [58].

В даний час використовуються три різні підходи до освітлення пива: тупикова фільтрація, поперечно-поточна фільтрація та динамічна мікрофільтрація [59]. Це дозволяє згодом розлити пиво в пляшки.

Пастеризація пива — це м'який термічний процес, який можна виконувати при температурі близько 60 °С протягом декількох хвилин (зазвичай від 15 до 20 хвилин) або від 70 до 90 °С протягом декількох секунд відповідно до короткочасного принципу високої температури. Метою пастеризації є інактивація дріжджів, що бродять, і потенційних мікроорганізмів, що викликають псування, які в іншому випадку сприяли б небажаним хімічним реакціям [60].

Пастеризація пива має перевагу в подовженні терміну зберігання пива, але вона також може негативно вплинути на його органолептичні властивості (тобто колір, смак і аромат) [61].

Смак і зовнішній вигляд – головна відмінність промислового пива від крафтового. На обидві характеристики сильно впливає сировина, що використовується, і процес виробництва. Промислове пиво виготовляється зі стандартних інгредієнтів і процесів; однак крафтове пиво виготовляється з великою різноманітністю інгредієнтів, які надають пиву різних смаків [62]. На додаток до різної сировини, яка використовується для його виробництва, промислове пиво отримує другу фільтрацію.

Пиво є популярним продуктом і є найбільш споживаним алкогольним напоєм у світі. Останнім часом спостерігається значне зростання незалежних крафтових пивоварень (невелика незалежна, традиційна, консервативна пивоварня, виробництво < 10 тисяч гектолітрів), що породжує класичні стилі відповідно до Асоціації пивоварів, 2022, але інноваційні методи включені в нові тенденції та дуже перспективні пропозиції для вимогливих смаків. Крім того, зростає успіх малих пивоварень

Зберігання світлого та ельного пива може бути як корисним, так і шкідливим, причому останнє є серйозною проблемою для збереження органолептичних властивостей (аромату та смаку). Дослідження показали, що світле і темне пиво демонструють більші зміни в хімічному складі пива під час зберігання, і їх слід вважати основною проблемою якості, з якою стикаються пивовари. Нестабільність смаку або старіння світлого пива через 3-6 місяців є дуже складним процесом через численні окислювальні процеси [63].

Інновації у виробництві крафтового пива включають зміни у виробництві суслу, варіації у використовуваних пивних дріжджах та використання інноваційної сировини в процесі пивоваріння, а також додавання різноманітних допоміжних речовин [64,65].

Бібліометричний аналіз і картографування публікацій про пиво та пивоваріння показали, що минулі дослідження здебільшого аналізували процес

пивоваріння, тоді як останні публікації (з 2008 по 2018 рр.) зосереджені на здоров'ї споживачів та екологічній стійкості [66].

Попередні дослідження показали, що крафтове пиво є хорошим джерелом мінералів, вітамінів і білків, а також фенольних сполук із хмелю, тому його помірне споживання може мати деякі переваги для здоров'я [67,68]. Проте все більше досліджень вивчають використання незернових допоміжних речовин у виробництві нових сортів пива, які потенційно можна позначити як «функціональне» пиво [69].

Метою виробництва цього пива є отримання продуктів з унікальними сенсорними властивостями з високим вмістом фенольних сполук та/або інших антиоксидантів.

Наразі крафтове пиво збагачене різними лікарськими травами та рослинами [70-74], продуктами з брокколі [75], різними фруктами/або екстрактами [76-79], екстрактом грибів [80] і прополіс [81], були успішно вироблені. Це крафтове пиво, збагачене фенольними сполуками, показало покращені антиоксидантні властивості та унікальні сенсорні характеристики. Крім того, деякі з них показали покращену стабільність і термін придатності [82] і мають протипухлинну, проти ожиріння та протидіабетичну дію, а також імунопротекторну та кардіопротекторну дію.

Для цих нових типів пива особливу увагу слід приділяти способу та часу додавання допоміжних речовин під час процесу пивоваріння (варіння сусла, бродіння, дозрівання та пакування), оскільки вони впливають на вилучення та концентрацію біоактивних сполук у пиві. У цьому контексті було показано, що кип'ятіння сусла є найбільш ефективним етапом екстракції фенольних сполук із різних допоміжних речовин.

Крім того, на стилі крафтового пива сильно впливає тип пивних дріжджів і процес бродіння. Кілька попередніх досліджень повідомляли про використання вільно суспендованих дріжджових клітин для бродіння сусла, тоді як іммобілізовані дріжджові клітини використовуються лише спорадично на

промисловому рівні через інженерні проблеми, незбалансований смак пива та високу вартість [83] З іншого боку.

З іншого боку, використання іммобілізованих клітин у виробництві пива пропонує кілька переваг, таких як більш висока продуктивність бродіння, покращена стабільність дріжджових клітин і легше відновлення клітин для повторного використання [84,85].

Найважливіше те, що багато мікропивоварів відновлюють традиційні стилі пива, які зникали, і тепер вони переосмислюють їх оригінальними та інноваційними способами. Проте, незважаючи на те, що кожне крафтове пиво можна вважати оригінальним і унікальним напоєм, властиві характеристики крафтового пива в основному відрізняються залежно від стилю, прийнятого та зазвичай зазначеного на етикетці.

Деякі організації, такі як Асоціація пивоварів у США та Brewers of Europe, класифікували більше ста стилів крафтового пива та описали кожен з них за кольором, прозорістю, відчутним ароматом солоду та хмелю, гіркотою, типом бродіння, вмістом алкоголю, тощо. Інші важливі властивості крафтового пива стосуються використання органічних і безглютенових сировинних інгредієнтів.

Останні ринкові тенденції призвели до значного збільшення асортименту крафтового пива, доступного на ринку (гіпердиференціація), і споживачі високо вимагають продуктів, які точно відповідають їхнім потребам і бажанням [86-90]. В результаті високоякісної диференціації ринок крафтового пива також характеризується високою мінливістю цін, що відображає як різні витрати на виробництво, так і різну готовність споживачів платити. Наприклад, пиво, витримане в бочках, має вищу ціну, по-перше, тому, що витримка у бочках передбачає додаткові витрати, а також тому, що є споживачі, які готові платити за цей вид пива більше.

Пивоварна галузь вважається гостроконкурентною та ненаситною галуззю діяльності, що розвивається завдяки значним технологічним удосконаленням, які спостерігаються за останні роки, та останнім споживчим тенденціям, які вказують на гострий попит на сенсорно покращене пиво. Деякі нові та стійкі

технології обробки харчових продуктів, такі як імпульсні електричні поля, ультразвук, термозвук, обробка під високим тиском і омічний нагрів, показали потенціал сприяння розвитку застосовуваних методологій пивоваріння, як покращуючи якість пива, так і сприяючи ефективності обробки з обіцянкою бути більш екологічним. Деякі з цих технологій ще не знайшли свого шляху до промислового процесу пивоваріння, але вже демонструють потенціал для впровадження в безперервні термічні та нетермічні операції, такі як пастеризація, кип'ятіння та стерилізація, що призводить до отримання пива з покращеними органолептичними властивостями.

1.2. Застосування плодів горобини чорноплідної та продуктів їх переробки у харчовій промисловості та у лікувально-оздоровчих цілях

Горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.) - невелике дерево родини розоцвітих із характерними оранжево-червоними плодами. Горобина, також відома як горобина, в основному є кущами або деревами і належить до роду *Sorbus* сімейства розових, *Rosaceae* . Горобина містить багато корисних компонентів, які використовуються в лікувальних цілях. Історично горобина використовувалася як протизапальний, протидіарейний, сечогінний і судинорозширювальний засіб. У деяких народах горобину також використовували для лікування закупорки кишечника, захворювань печінки та жовчного міхура. Горобина з давніх часів використовується в народній медицині як засіб, що покращує апетит, є чудовим джерелом вітамінів — аскорбінової кислоти (вітаміну C), соком для полоскання горла при захриплості, м'якого проносного, при ревматизмі та ниркових захворюваннях. Чай, сироп, кисіль або спиртову настоянку з ягід горобини використовували для лікування лихоманки, інфекцій, застуди, грипу, ревматизму, подагри. Крім того, горобина містить сорбіт, який підходить як підсолоджувач для діабетиків

Плоди, як правило, переробляють у джеми, желе, соки або пюре, а не споживають свіжими через їх специфічний терпкий танінний смак і високий рівень токсичної парасорбінової кислоти [91,92].

У деяких європейських країнах, таких як Естонія, плоди горобини зазвичай використовуються як інгредієнт для хліба [93]. Крім того, алкогольні напої часто готують або ароматизують плодами горобини, оскільки біохімічні сполуки в цих фруктах допомагають очистити та зберегти алкогольні напої, одночасно збагачуючи їх смаком, терпкістю, гіркотою та цукрами [94].

Завдяки багатьом поживним і лікувальним властивостям плоди горобини використовувалися в народній медицині як засіб для профілактики цинги та кровотеч, для лікування кишкової непрохідності, полегшення ревматизму та захворювань нирок і як протидіабетичний засіб [95,96,97].

Ці корисні ефекти можна пояснити різними біологічно активними сполуками, такими як фенольні кислоти, флавоноїди, вітаміни, макро- та мікроелементи. Як і більшість ягід, плоди горобини також мають особливо високу антиоксидантну здатність [98].

Найбільш поширеними фенольними сполуками в плодах горобини є дигексозиди кверцетину (78% від загальної кількості флавоноїдів) і хлорогенова кислота (від 33 до 73% від загальної кількості похідних гідроксикоричної кислоти) [99,100].

Крім того, плоди горобини багаті каротиноїдами, сорбітом і аскорбіновою кислотою, всі з яких сприяють їх антиоксидантній активності [101]. За даними Nile and Park [102], такі популярні ягоди, як ожина (*Rubus spp. L.*), чорниця (*Vaccinium corymbosum L.*), малина (*R. idaeus L.*) і полуниця є хорошими дієтичними джерелами як макро-, так і мікроелементів, які відіграють важливу роль у підтримці здоров'я людини.

Такі макроелементи, як фосфор, кальцій, калій і магній, впливають на водно-електролітний баланс і беруть участь у формуванні кісток і скороченні м'язів, тоді як мікроелементи, такі як залізо, марганець, мідь, цинк і селен,

життєво важливі для метаболічного каталізу, гормональних функцій і є ключовими компонентами антиоксидантних ферментів [103].

Протягом останнього десятиліття численні дослідження були зосереджені в основному на дослідженні антиоксидантного потенціалу та фітохімічного вмісту горобини та інших видів *Sorbus L.*, але є дуже обмежені дані про їх елементарний склад [104,105].

Медичне використання горобини базується на значній кількості фітохімічних речовин, таких як фенольні кислоти, вітаміни, каротиноїди та важливі мінерали, такі як залізо, мідь, цинк, калій і магній [106]. Хлорогенова та неохлорогенова кислоти є основними фенольними кислотами, які складають 56–80% від загальної кількості фенольних сполук горобини [107].

Інші основні фенольні кислоти (катехін, епікатехін, метиловий ефір ферулової кислоти, проціанідин B1), флавоноли (кверцетин, ізокверцетин, гіперозид, рутин, катехін, епікатехін), антоціани (переважно глікозиди ціанідину або пеларгонідину) і проантоціанідини містяться у водному екстракті горобини [108]. Деякі інші добре відомі фенольні кислоти та їх похідні, знайдені в слідах у горобині, це корична, ванілінова, п-кумарова, кавова та бензойна кислоти [109].

Поліфенольні сполуки, виявлені в горобині, виявили сильні антиоксидантні, антидіабетичні, антигіперліпідемічні, протизапальні, протипухлинні, антимікробні, проти пародонтозу та проти остеоартриту [110]. Вони також володіють вазопротекторними, нейропротекторними, кардіопротекторними, гепатопротекторними властивостями та інгібіторною активністю до циклооксигенази-2 [110]. Крім того, багато досліджень повідомляли про глікозиди кверцетин, сексангуляретин і кемпферол в ягодах. Маркотуліо та ін. показали, що горобина містить переважно поліфеноли 1,34–1,47 г/100 г, каротиноїди 21,65 мг/100 г, а також різноманітні органічні кислоти, такі як яблучна та лимонна, бурштинова.

Основними каротиноїдами в горобині є зеаксантин, β -криптоксантин і повністю транс- β -каротин [110]. Парасорбінова кислота та ціаногенний глікозид пруназин є двома токсичними компонентами, знайденими в вичавках горобини,

які також містяться в насінні. Парасорбінова кислота у надмірних кількостях викликає розлад травлення та пошкодження нирок. Однак термічна обробка або заморожування перетворює парасорбінову кислоту в нешкідливу сорбінову кислоту. Ціаногенний глікозид пруназин може вивільняти ціаністий водень, який може викликати дихальну недостатність і навіть смерть, якщо він перевищує межу 2-3 мг/л [111].

У харчовій промисловості при переробці ягід аронії утворюються різні побічні продукти або відходи. Макуха аронії є побічним продуктом/відходами, які утворюються під час виробництва соку аронії. Після виробництва соку, шляхом відповідної технологічної обробки, цей макуха перетворюється у форму, яка надалі використовується у виробництві граноли, шоколаду, натуральних харчових добавок тощо.

Згідно з нашим попереднім дослідженням [112], пил плодів аронії, побічний продукт/відходи переробки ягід аронії на харчовому заводі, є цінним джерелом поліфенольних компонентів. Це ж дослідження показало, що екстракція за допомогою ультразвуку може бути успішно застосована для відновлення поліфенольних компонентів аронії та для виробництва нових функціональних продуктів у формі рідких екстрактів. Однак для отримання більш стабільних продуктів, з якими легше працювати, слід використовувати адекватну техніку сушіння, призначену для перетворення рідких екстрактів у форму порошку.

Виробництво стабільних порошків, особливо порошків, виготовлених з рідких екстрактів з високою концентрацією низькомолекулярних цукрів, таких як сік аронії та його рідкі екстракти, є однією з головних проблем у виробництві порошків. Було запропоновано кілька методів сушіння для виробництва трав'яних і фруктових порошків, серед яких найбільш широко використовується розпилювальне сушіння. Згідно Gonnissen та ін. [113], безперервним технологічним операціям для виробництва порошків, таким як розпилювальне сушіння, віддається перевага над періодичними процесами через скорочення

часу виходу на ринок, переваги масштабування та покращену якість продукту (відсутність варіацій від партії до партії).

Порошки аронії показали високий вміст загальних мономерних антоціанів, виражених як еквіваленти ціанід-3-глікозиду, в діапазоні від 26,9 до 38,4 мг/г порошку.

Чорноплідна горобина також є потенційно багатим джерелом мінералів, таких як K, Ca, P, Mg, Na, Fe та Zn [114]. Згідно з останніми дослідженнями, найвищий вміст у плодах чорноплідної горобини – це калій (приблизно 4000 мг кг^{-1}), за ним йдуть кальцій (близько 1200 мг кг^{-1}) і магній (близько 500 мг кг^{-1}).

Вживання плодів чорноплідної горобини та продуктів на її основі може покращити загальний стан здоров'я завдяки сприятливому впливу цих макроелементів на серцево-судинну, рухову та імунологічну системи [115].

Підсумовуючи користь чорноплідної горобини для здоров'я, слід підкреслити, що фармакологічна дія цих плодів може допомогти в лікуванні різноманітних захворювань людини, включаючи серцево-судинні захворювання, гіперліпідемію, гіперхолестеринемію, гіпертонію та діабет. Крім того, чорноплідна горобина також використовується для лікування таких захворювань, як лейкемія, рак молочної залози та рак кишечника, а також для лікування ракових стовбурових клітин. Зрозуміло, що поживна цінність і ефективність чорноплідної горобини викликали інтерес у медичних працівників [116].

Вищезазначені висновки можуть бути важливими в майбутніх дослідженнях функціональних харчових продуктів на основі аронії [117].

Чорноплідна горобина рідко споживається безпосередньо через її терпкий смак, але вона використовується в харчовій промисловості для виготовлення соків, нектарів, сиропів, джемів, консервів, вин, настоянок і фруктових десертів [118]. Однак антиоксидантний потенціал плодів чорноплідної горобини може змінюватися під час обробки. Тому необхідно визначити, як обробка впливає на ці властивості [119,120].

Висновки до розділу 1

1. Звичайне пиво зазвичай містить низький вміст фенольних кислот , що надає низьку антиоксидантну дію та поживну цінність , також через наявність етанолу.
2. Пиво, збагачене флавоноїдами, має вміст біологічно активних речовин, подібних до звичайних харчових добавок, і цей результат підкреслює можливість використання збагаченого пива як носія біоактивних речовин
3. Чорноплідна горобина має численні корисні фармакологічні дії, які можуть мати позитивний вплив на здоров'я людини. Плоди чорноплідної горобини та продукти з неї є джерелом кількох корисних для здоров'я сполук із корисними властивостями. Фармакологічні ефекти чорноплідної горобини сприятливі для лікування багатьох захворювань людини, таких як лікування серцево-судинних захворювань, гіперліпідемії, гіперхолестеринемії, гіпертонії та діабету. Сік чорноплідної горобини також має корисну фармакологічну дію на гомеостаз пацієнтів з метаболічними синдромами, а також впливає на функцію еритроцитів.
4. Чорноплідна горобина (*Aronia melanocarpa*) як споживчий продукт складна для споживання через її гострий смак. Він в основному використовується в різних галузях харчової промисловості для виробництва різноманітних соків, консервів, екстрактів, фруктових чаїв і харчових добавок.
5. Вищенаведені дослідження показують, що чорноплідна горобина має хорошу харчову цінність, а її продукти також мають великий потенціал для розвитку. Більшість її поживної цінності та благотворного впливу на здоров'я пов'язані з її чудовими антиоксидантними властивостями, оскільки чорноплідна горобина є одним із найбагатших джерел їстівних поліфенолів.

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

2.1. Схема та методика проведення досліджень

Дослідження проводилися в лабораторії карафтових технологій та гастрономічних інновацій Сумського національного аграрного університету згідно структурно-логічної схеми (рис.1.).



Рис. 1. Схема проведення досліджень

Гіпотеза дослідження полягає в наступному. При обробці плодів горобини чорноплідної методом осмотичної дегідратації поліфеноли клітинного соку, за рахунок осмосу, перерозподіляються між осмотичним розчином та частково зневодненими плодами. Оскільки, цей метод не передбачає застосування високих температурних обробок у продуктах переробки зберігається високий вміст поліфенолів та антиоксидантна активність. Дані продукти можна використовувати в якості функціональних харчових інгредієнтів при виробництві продуктів оздоровчого або лікувально-профілактичного призначення, а також для підвищення антиоксидантної активності напоїв, в тому числі пива.

Плоди *Aronia melanocarpa* було зібрано у листопаді 2023 року на території Сумської області. Ретельно промиті та просушені плоди горобини чорноплідної змішували із 70 % розчином сахарози (гідромодуль 1), попередньо нагрітим до $65\pm 5^{\circ}\text{C}$. Протягом 1 години проводили осмотичну дегідратацію плодів в лабораторній установці для проведення осмотичної дегідратації. Температура дегідратації становила $50\pm 5^{\circ}\text{C}$. Частково зневоднені плоди (рис.1) висушували у інфрачервоній лабораторній сушарці ($t=50\pm 5^{\circ}\text{C}$) і подрібнювали в порошки. Відокремлений осмотичний розчин (рис.2) та порошки аналізували. Результати порівнювали із показниками у свіжих плодах.



Рис.1. Плоди горобини після осмотичної дегідратації

Паралельно висушували плоди чорноплідної горобини у інфрачервоній сушарці за температури $t=50\pm 5^{\circ}\text{C}$ без застосування осмотичної дегідратації.

Висушені плоди подрібнювали у порошки і визначали в них вміст флавоноїдів, антоціанів та антиоксидантну активність.

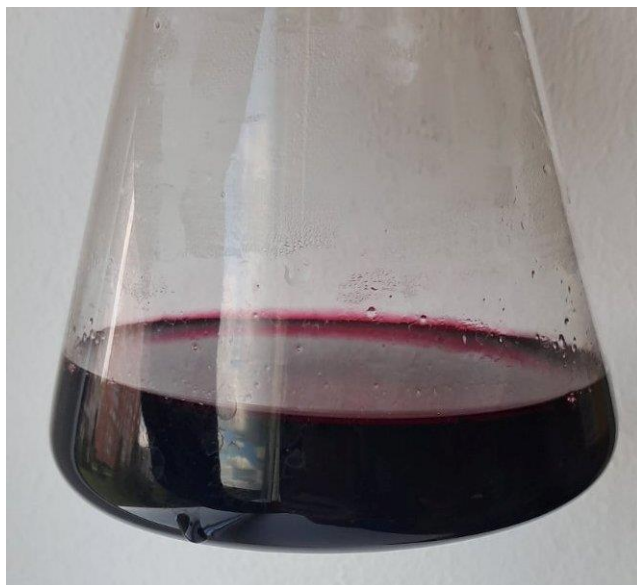


Рис.2. Осмотичний розчин (горобиновий сироп)

На наступному етапі дослідження було виготовлено три зразки пива (рис.1): К (контрольний за класичною технологією без добавок), Д1 (із додаванням 6% осмотичного горобинового розчину), Д2 (із додаванням 10% осмотичного горобинового розчину).

Осмотичні розчини вносили у пивне сусло перед бродінням. Пивне сусло готували в лабораторній крафтовій пивоварні на основі ячмінного солоду (рис.3, б) Bohemian Pilsner (Німеччина).



Рис.3. Сировина для виробництва пива: а – хміль; б – солод; в - дріжджі

Охмелення проводили хмелем Galaxy (Австралія) (рис.3, а). Для бродіння сусла використовували дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* Safbrew S-33 (Франція) (рис.3, в).

2.2. Методи дослідження показників якості пива та горобинового сиропу

Органолептична оцінка пива проводилася за п'ятибальною шкалою при температурі 10–13°C непрофесійними дегустаторами в кількості 10 осіб. Дескрипторами оцінки виступали смак, аромат, колір, прозорість, пінистість і пеностійкість.

Вміст флаваноїдів визначали методом вимірювання сигналу для дослідної проби та проби з відомою добавкою буферного компонента. Оцінка концентрації компонента в пробі проводилася графічно. На основі отриманих даних будувався графік залежності результатів вимірювань від концентрації речовин. Отриманий графік екстраполювали до перетину з віссю концентрації (котрий відповідає нульовій концентрації). Відрізок на осі між точкою перетину і абсцисою сигналу при концентрації приймався значенням шуканої концентрації. Результати виражали у мг кварцетину на 100 г.

Вміст антоціанів визначали досліджували методом високоефективної рідинної хроматографії (Agilent Technologies 1200, детектор з UV-Vis Abs, детекція при $\lambda=520$ нм. Антоціани розділяли за допомогою колонки Agilent TC-S18 (5 мкм, 4,6 мм $\times$ 250 мм) при 25°C. Використовували наступні рухомі фази: 5% мурашину кислоти (А) і 100% метанол (Б) при швидкості потоку 1,0 мл/хв. Умови градієнта починалися з 15% В і лінійно збільшувалися до 30% В через 20 хв. Результати виражали в мг/100 г.

Антиоксидантну активність вимірювали за допомогою радикала DPPH за модифікованою методикою. Реакційна суміш складалася з 0,2 мл дослідного зразка та 3 мл 0,1 мМ розчину радикала DPPH у метанолі. Зміни кольору радикала від темно-фіолетового до світло-фіолетового вимірювали через 30

хвилин при 515 нм за допомогою спектрофотометра Specol-11 (Німеччина). Результати виражали в ммоль Trolox/100 г.

Титровану кислотність пива визначали потенціометричним методом, який ґрунтується на нейтралізації кислот, що знаходяться в пиві гідроокисом натрію.

Висоту піни і піностійкість визначали наступним чином: склянку діаметром 70-75 мм, висотою 105-110 мм встановлювали на площадку штатива з кільцем, закріпленим на стовпці штатива щоб відстань від верхньої площини кільця до краю склянки становила 25 мм. Під час наливання пива в склянку горло пляшки повинно лежати в кільці штатива так, щоб пиво, наливалось в центр склянки. Пиво наливали у склянку спокійно, не перехиляючи пляшку. Заміряли лінійкою висоту шару піни в мм, водночас вмикали секундомір і стежили за який час осідає піна. Результат заміру висоти піни виражали у мм.

Гіркоту пива визначали за бальною системою (таб.2.1).

Таблиця 2.1. Критерії оцінювання гіркоти пива

Хмельова гіркота пива	Оцінка пива	Бали
Чітка хмельова гіркота, м'яка, приємна; відповідає типу пива; швидко проходить	Відмінно	5
Чисто хмельова гіркота, не дуже приємна; залишає легкий післясмак	Добре	4
Хмельова гіркота, груба, з довгим післясмаком або занадто слабка, що не відповідає типу пива	Задовільно	3

Титровану кислотність пива визначали титриметричним методом. Масову частку сухих речовин пива - рефрактометричним методом. Масову частку спирту дистиляційним методом.

Активну кислотність осмотичного розчину визначали потенціометричним методом за допомогою лабораторного рН-метру рН-500.

Масова частка сухих речовин в осмотичних розчинах визначалася рефрактометричним методом.

Масова частка вуглеводів – методом рідинної хроматографії (хроматограф Shimadzu LC 20A, Японія). Використовували колонку рефрактометричного детектора HP 75 в Ca^{++} формі.

Висновки до розділу 2

1. Експериментальну частину дослідження проводили за представленою структурно-логічною схемою.
2. Розроблено спосіб переробки плодів горобини чорноплідної, який дозволив отримати якісні сиропи для виготовлення спеціального пива.
3. Підібрано методики для аналізу осмотичного розчину та пива.

Розділ III

**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ,
ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ, ТЕХНОЛОГІЇ,
ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВИРОБНИЦТВА
СПЕЦІАЛЬНОГО ПИВА**

3.1. Результати аналізу якості горобинового сиропу

На першому етапі дослідження було визначено вміст флавоноїдів у плодах та похідних продуктах переробки горобини чорноплідної. Результати дослідження представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Показники якості горобини чорноплідної та горобинового сиропу

Дослідний зразок	Результат
Вміст флавоноїдів у свіжих плодах, мг К/100 г	68,25
Вміст флавоноїдів у осмотичних розчинах, мг К/100 г	24,34
Вміст антоціанів у свіжих плодах, мг/100 г	468,40
Вміст антоціанів у осмотичних розчинах, мг/100 г	195,13
Масова частка сухих речовин	55
рН сиропу	4,33

Результати дослідження показали, що в процесі зневоднення вміст флавоноїдів знижується. Частина флавоноїдів дифундує у осмотичний розчин (35,7%), що робить його ефективним інгредієнтом для збагачення харчових продуктів, захисту організму від шкідливого впливу навколишнього середовища.

Результати показали, що антоціани, які зумовлюють яскраве фіолетово-синє забарвлення плодів горобини, добре зберігаються у похідних переробки плодів горобини чорноплідної. Вони можуть бути натуральними барвниками у виробництві харчових продуктів.

Доволі велика кількість їх переходить у осмотичний розчин (42%), який можна використовувати в якості натурального харчового барвника при виробництві кондитерських виробів, алкогольних та безалкогольних напоїв.

Результати показали, що за рахунок осмотичної дегідратації вміст сухих речовин у сиропі зменшується на 15 %, це пов'язано з тим, що за рахунок осмосу у сироп переходить клітинного соку плодів горобини.

рН сиропу характерний для плодів горобини і позитивно впливатиме на органолептичні та фізико-хімічні показники якості пива.

3.2. Результати органолептичної оцінки якості спеціального пива

Було оцінено органолептичні характеристики зразків пива (рис. 3.1).

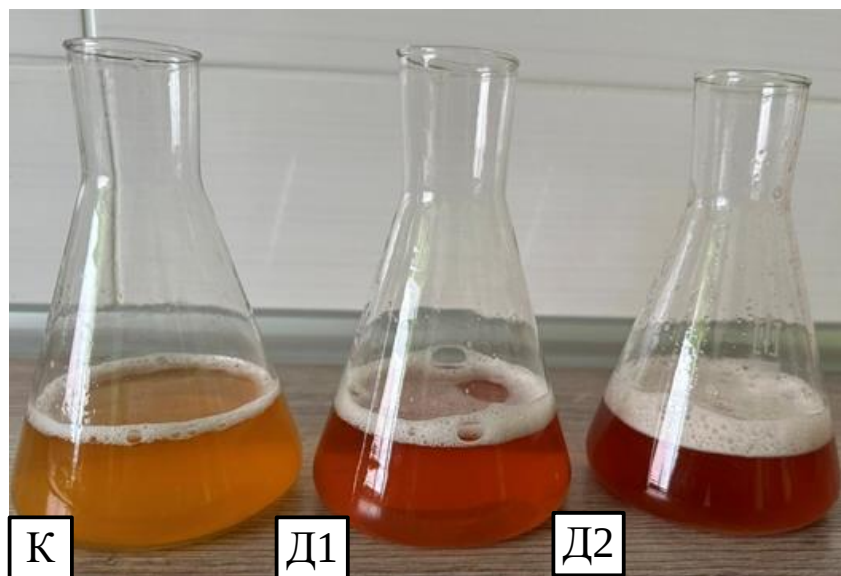


Рис.3.1. Дослідні зразки пива: К – без добавок; Д1 – із додаванням 6% горобинового сиропу; Д2 – із додаванням 10% горобинового сиропу

На підставі сенсорної оцінки було очевидно, що за органолептичними показниками збагачені зразки пива мали більш насичений смак та хмільний аромат.

Однак, значні відмінності спостерігалися за гіркотою між контрольним зразком К та збагаченими Д1, Д2.

Зразок К мав дещо вираженішу гіркоту, але в зразках Д1 та Д2 гіркота теж відчувалася. Зразки збагаченого пива (Д1 та Д2) мали виразний і приємний ягідно-фруктовий смак та аромат чорноплідної горобини. У зразку Д2 відчувалася незначна терпкість.

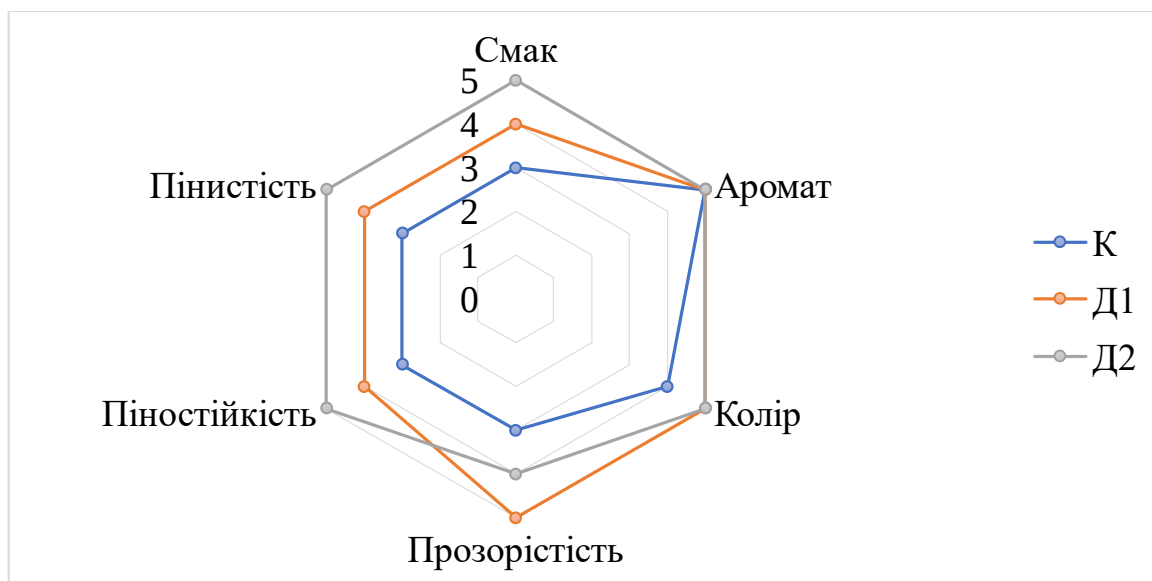


Рис.3.2. Результати органолептичної оцінки дослідних зразків пива: К – без добавок; Д1 – із додаванням 6% горобинового сиропу; Д2 – із додаванням 10% горобинового сиропу

Загалом, найбільш бажаним продуктом серед трьох дослідних зразків пива було пиво Д2, виготовлене з додаванням 10% горобинового сиропу, утвореного після осмотичного зневоднення плодів горобини чорноплідної.

Колір збагаченого пива був більш насичений від бурштинового (зразок Д1) до карамельного (зразок Д2).

У контрольному зразку спостерігалася незначна мутність. При додаванні горобинових сиропів зростала пінистість та піностійкість пива.

Зразок Д2 мав щільну стійку піну, Д1 – пухляку. В контрольному зразку піноутворення було незначним.

Таким чином, за результатом органолептичної оцінки було встановлено, що додавання 10% горобинового сиропу позитивно впливає на якість пива, його смакові властивості та аромат.

3.3. Результати дослідження фізико-хімічних показників пива

Результати аналізу фізико-хімічних показників пива представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Фізико-хімічні показники якості пива

Показники	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Вміст СР, %	5	5,9	6,5
Вміст спирту, % об.	4,7	5,5	5,9
Кислотність, см ³ , 1 моль/дм ³ розчину	3,5	2,8	2,7
Колір, см ³ , 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ води	2,1	2,4	2,8
Висота піни, мм	10	20	30
Піностійкість, хв	0,5	2,5	3

Додавання горобинового сиропу призводить до підвищення вмісту сухих речовин у готовому пиві на 1,5%. Це сприятиме підвищенню його харчової цінності.

Також, за рахунок горобинових сиропів зростає вміст спирту у пиві на 1,2% об. Це пояснюється тим, що сироп є ефективним поживним середовищем для розвитку дріжджових клітин.

Дещо знижується кислотність пива (на 0,8 см³, 1 моль/дм³ розчину) за рахунок цього пиво не здається солодким. Продукту надається смак притаманний для продуктів

3.4. Мікробіологічні показники якості пива

За результатами мікробіологічного аналізу дослідних зразків було встановлено, що калиновий порошок не має негативного впливу на якість хліба. Результати представлено в таблиці 5.

Таблиця 5. Мікробіологічні показники якості пива

Показники	Нормативне значення	Зразок 1	Зразок 2
Кількість дріжджових клітин, млн.кл./см ³	1,0·10 ⁵	8,0·10 ⁴	10,0·10 ⁴

Аналіз показав, що при додаванні горобинового сиропу спостерігається більш активний розвиток дріжджових клітин. Вони залишаються в продукті після завершення процесу бродіння.

Оскільки при виробництві пива не застосовувалася пастеризація, дріжджові клітини зберігаються і призводять до зменшення тривалості зберігання. Нами проведено експеримент. Дослідні зразки зберігалися в умовах холодильника у герметично закритій тарі. Через тиждень у пиві без добавок з'явилися ознаки псування, значно зросла кислотність. Пиво із добавками зберігало свої споживчі властивості.

Ознаки псування у пиві із додаванням 6% горобинового сиропу з'явилися на 15 добу зберігання. У зразках із вмістом 10% горобинового сиропу – на 20 добу зберігання. Ймовірно, термін придатності пива спеціального підвищується за рахунок антиоксидантної активності за рахунок значному вмісту фенольних сполук у сиропах.

3.5. Дослідження антиоксидантних властивостей пива

Показники	Сировина	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Антиоксидантна активність свіжих плодів, ммоль Trolox/100 г	75,66	-	-	-
Антиоксидантна активність осмотичних розчинів, ммоль Trolox/100 г	40,33	-	-	-
Антиоксидантна активність, ммоль Trolox/100 г	-	39,52	48,95	55,63

Цукровий розчин на поверхні плодів запобігає значній втраті антиоксидантних сполук. Це пояснює вищу антиоксидантну активність (на 9,86 ммоль Trolox/100 г) у зразках, зневоднених із застосуванням осмотичної дегідратації.

Додавання горобинового осмотичного розчину до пива у кількості 6 % призводить до зростання його антиоксидантної активності на 9,43 ммоль Trolox/100 г. При додаванні 10 % осмотичних розчинів антиоксидантна активність пива зростає на 16,11 ммоль Trolox/100 г.

3.6. Технологія виробництва пива спеціального

Процес пивоваріння та ферментації (бродіння) включає декілька етапів обробки від солодового ячменю до готового продукту, серед яких обов'язковими є: приготування пивного сусла, нагрівання під час якого відбувається екстрагування біологічно-активних компонентів із солоду у воду, розділення сусла, високотемпературне нагрівання, охмілення, охолодження, зброджування, бродіння та дозрівання.

Технологічна схема виготовлення збагаченого пива представлена на рис.3.3

Ячмінний солод змішується з чистою питною водою у співвідношенні 1:3 та нагрівається до 65°C. При цьому відбувається затирання сусла – один із найскладніших етапів виробництва, який впливає на органолептичні властивості пива. Пивне сусло піддається багатоступеневому нагріванню, при якому необхідно забезпечувати чітко встановлені температурні паузи (кислотну, білкову, зцукрювання). Після етапу зцукрювання від сусла відокремлюється пивна дробина та проводиться його охмілення. З цією метою можна використовувати один або декілька видів хмелю, які надають пиву певних смако-ароматичних властивостей. Охмілене пивне сусло доводиться до температури кипіння, а далі швидко охолоджується до температури зброджування (15-20°C).

Разом із дріжджами у пиво додається горобиний сироп у кількості 6–10%. Тривалість бродіння – 4 доби. Після пиво розливається в споживчу тару та доброджується протягом 10 діб.

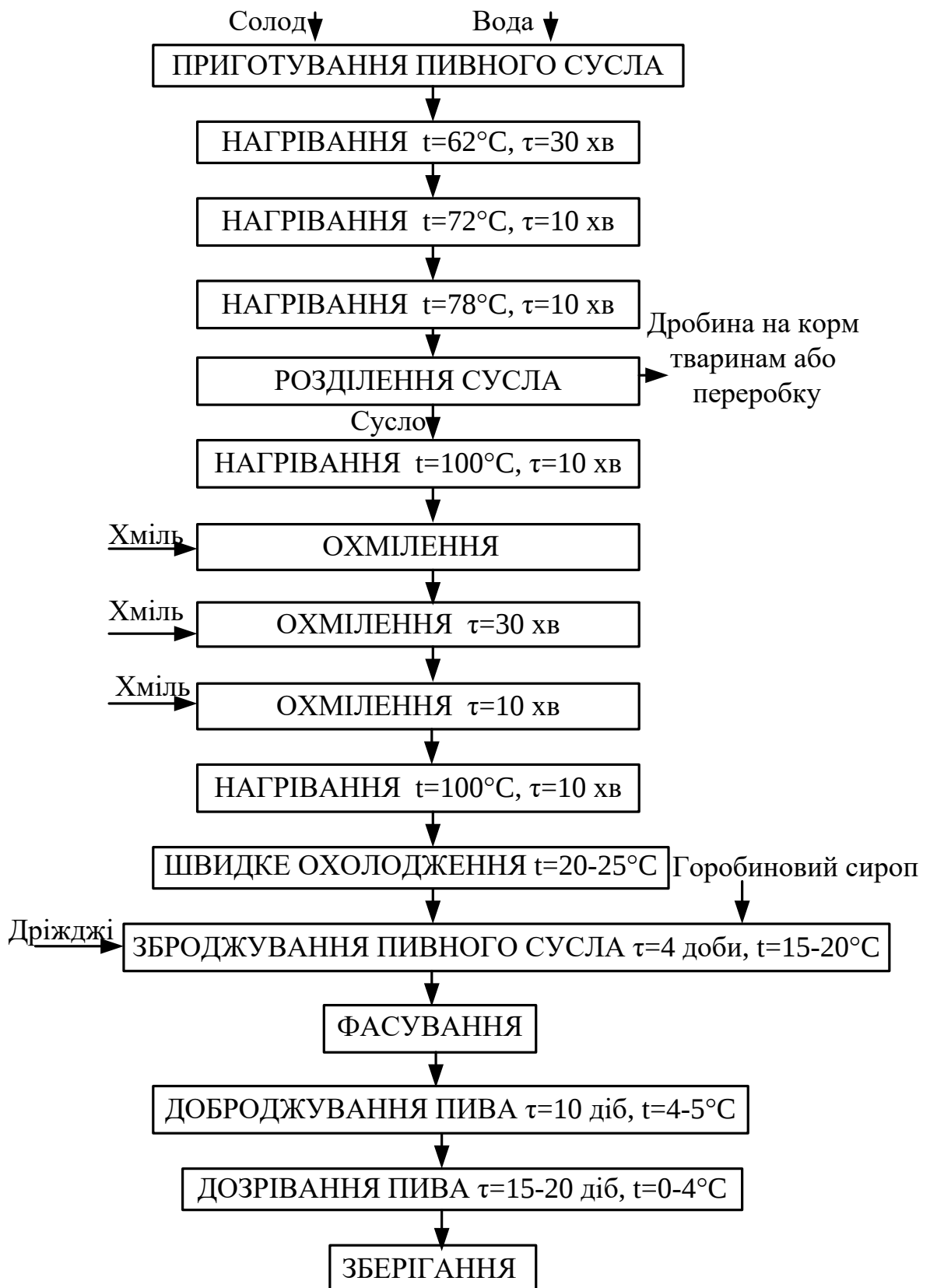


Рис.3.3 Технологічна схема виготовлення пива спеціального

При температурі 4–5°C. Зброджене пиво направляється на дозрівання при менших температурах 0–4°C, а далі – на зберігання.

Висновки до розділу 3

1. Застосування осмотичної дегідратації плодів чорноплідної горобини, як обробки перед процесом сушіння, показало збільшення вмісту флавоноїдів у осмотичних розчинах вміст флавоноїдів значно вищий, ніж у спиртових екстрактах. Враховуючи, досить високий вміст сахарози в них (50-60%) їх можна використовувати в якості сиропів для збагачення багатьох харчових продуктів та напоїв.
2. Загальний вміст антоціанів у осмотичних розчинах ($195,13 \pm 0,25$ мг/100 г) вищий, ніж горобиновому соці (150 мг/100 г). Традиційний спосіб сушіння призводить до зниження вмісту антоціанів на 41%. При зневодненні, яке передбачає проведення осмотичної дегідратації, їх вміст знижується на 30%. При застосуванні традиційної технології виробництва соків, із застосуванням високих температур пастеризації, вміст антоціанів знижується на 93 %. Такі результати свідчать про доцільність застосування запропонованого способу переробки плодів чорноплідної горобини.
3. Використання осмотичного розчину (70%) протягом 60 хвилин позитивно вплинуло на антиоксидантну активність, яка відповідала результатам DPPH. Антиоксидантна активність на 9,86 ммоль Trolox/100 г була вищою у зразках, зневоднених із застосуванням осмотичної дегідратації.
4. У збагачених зразках пива спостерігалось підвищення антиоксидантної активності на 9-16%. Антиоксидантна активність збагаченого пива була характерною для темних сортів пива, які містять більш високий вміст фенольних сполук. Згідно з нашим дослідженням, збагачені зразки пива показали вищу антиоксидантну активність, характерну темному та чорному пиву. Що вказує на те, що збагачене пиво є корисним для

загального здоров'я людини, але лише в помірних кількостях (приблизно 0,5 л на день).

5. Не дивлячись на введення у склад пива горобинових сиропів, збереглася характерна пиву гіркота. Проте, вона була нижчою, ніж у зразка без добавок (К). Гіркота пива створюється в основному хмелем і поліфенолами та білками. Оскільки в дослідженні використовувався той самий режим охмелення, ймовірно, різниця в гіркоті виникла через поліфеноли та білки, що виділилися з плодів горобини під час осмотичної дегідратації.

РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА ІЗ КАЛИНОВИМ ПОРОШКОМ

Пиво вважається безпечним напоєм; однак, його рівень безпеки може бути порівнянним з багатьма іншими продуктами харчування. Може виникнути багато небезпечних ситуацій виникають під час виробництва пива. Це нечасто почути про пиво, заражене патогеном таких як *E. Coli*, або наявність осколків скла у пляшковому пиві або забруднюючі мікотоксини в а свіжозварене пиво. Хоч і незвичні, ці може виникнути небезпека, і процесор повинен бути готові запобігти таким ситуаціям.

Основними інгредієнтами для виготовлення пива є: солод ячмінь, вода, хміль і дріжджі. Вода взагалі становить понад 90% готової продукції. Кінцевий вміст алкоголю може коливатися від 0,5% до 15%, а рН зазвичай становить 4,5 або менше. Ці двоє фактори, поряд з низькою харчовою цінністю, роблять пиво досить безпечний продукт без урахування токсичності вживання та зловживання алкоголем.

Кожен інгредієнт виконує свою функцію. Ячмінь забезпечує крохмаль, який перетворюється на мальтозу та інші цукри, і, нарешті, до спирту та вуглецю двоокис. Колір, смак і тіло також важливі функції ячменю і залежать від способу його обсмажування. Різні ступені обсмаження призводять до а асортимент кольорового пива від дуже світлого до дуже темного.

Основні етапи виробництва пива включають: солодування, смаження, подрібнення, затирання, кип'ятіння, бродіння, дозрівання та розлив у кеги або пляшки. Ці кроки, представлені на блок-схемі, повинні аналізувати для ефективного застосування НАССР метод контролю безпеки харчових продуктів. Це в громадськості інтерес до виробників пива, особливо в пивоварінні пабів та мікропивоварень, розробити та реалізувати НАССР планує забезпечити безпеку пива. Це є особливо актуально для пивоварень і міні-пивоварень де пиво зазвичай не пастеризують.

Пиво може бути забруднене патогенними мікроорганізмами, хімічними речовинами або фізичними частками, які є небезпечними для здоров'я споживачів.

Безпека будь-якої їжі та напоїв, в т.ч НАССР може керувати пивом і контролювати його концепція. Ця концепція вже використовується скрізь у харчовій промисловості, особливо у великих харчових компаніях, де це може бути частиною їхньої програми управління якістю. НАССР не важко прийняти малі процесори, які включають мікропивоваріння промисловість. Це дуже важливо пам'ятати НАССР - це аналітичний підхід до безпеки харчових продуктів, зосередження на критичних точках або областях харчового процесу, які можуть становити небезпечну ситуацію необхідність контролю.

НАССР можна розглядати як інструмент управління. Це простий, але спеціалізований метод, призначений для запобігти загрозі здоров'ю внаслідок споживання зараженої їжі та напоїв.

Небезпека для здоров'я може виникнути в будь-якій точці а виробничий процес, включаючи отримання сировини, обробку харчових продуктів, зберігання, пакування та транспортування. Знання формули продукту і деталі процесу є основними необхідними інструментами почати застосовувати метод НАССР.

Виробник пива також повинен знати певні факти в тому числі:

- Первинні мікроорганізми та їх джерела, які можуть спричинити їжу захворювання.
- Вплив температури на мікроорганізми (іменовані збудниками зараз на).
- Інші види забруднювачів від хімічні або фізичні джерела.

НАССР спрощує аналіз небезпек шляхом фокусування на 3 типи забруднень: мікробіологічні (патогени), хімічні (такі як пестициди або антибіотики), і фізичні (наприклад, уламки металу).

Коли відомі деталі процесу, потім потрібна діаграма. Це ініціює аналіз визначити критичні зони, що становлять небезпеку ситуації, які необхідно контролювати НАССР.

Кроки до розвитку план НАССР:

1. Аналіз продукту і процесу.

2. Опишіть товар. Ця частина важлива з двох основних причин. По-перше, це отримати загальне уявлення про потенціал небезпеки, про які потрібно знати, щоб їх враховувати для аналізу небезпеки. Друга причина – для цілей документування. Добре описаний продукт донесе потрібну інформацію зацікавленим клієнтів про безпеку продукту.

3. Підготовка блок-схеми виробництва. Це блок-схема, що представляє харчовий процес у форматі блоку. Важлива інформація, наприклад тривалість і температури обробки, температури зберігання та важливі операції безпосереднього поводження повинні бути вказані з обох боків блоків. Кожен крок повинен бути ідентифікований з ім'ям операції установки, такі як пастеризація, охолодження, варіння, заморожування. Слід використовувати ці назви у всьому плані НАССР та НАССР система для належного посилання.

4. Перевірка блок-схеми. Це означає фактично підтвердити, що кожен крок в діаграма точно відображає бажане процес. Прогулянка закладом та візуалізація перевірка кожного кроку процесу є важливою щоб перевірити діаграму. Сім принципів НАССР можна застосовувати більш ефективно, коли блок-схему перевірено.

5. Застосування семи принципів НАССР.

Перевага надається хімічному та фізичному моніторингу мікробіологічний моніторинг завдяки швидкості в отримання результатів. На цьому етапі мікробіологічний моніторинг дуже обмежений для моніторингу цілей. Проте мікробіологічне дослідження можна використовуватися для процедур перевірки.

Усі процедури моніторингу мають бути зафіксовані та підписані. Приклади моніторингу включають температуру за допомогою термометрів, час за допомогою годинників, активність води за допомогою гігromетрів, рН за допомогою рН-метрів тощо. Частота моніторингу визначається досвідом, законами та правилами, а також здоровий глузд для контролю безпеки харчових продуктів. «Як часто необхідне» має бути правилом.

Мета встановлення коригувальних заходів для будь-яке відхилення від критичних меж є усуненням фактична або потенційна небезпека, створена кожним відхиленням.

Кожна дія повинна бути написана. Продемонструйте, що КПК взято під контроль. Деякі дії може бути настільки ж радикальним, як зупинка процесу, якщо необхідно, або призупинення продукту на продовження розслідування.

На цьому етапі продовжують використовувати форму для написання коригувальні дії в п'ятій колонці. Крім того, варто включити ім'я особи, відповідальної за моніторинг.

Розробка ефективної системи діловодства є необхідні для впровадження НАССР в будь-якій харчова промисловість, включаючи виробництво пива.

Прикладами ведення записів є: план НАССР; форми для відображення моніторингу та виправлення дії діяльності; документи із зазначенням хім та мікробіологічні звіти; часово-температурні журнали; і діаграми тощо. Ведення записів є фундаментальним до системи НАССР, і це було б критично важливо регулятори, які можуть мати право вимагати копії будь-які записи, пов'язані з НАССР. Також залежно щодо законів і правил, які можуть мати записи НАССР зберігатися на місці щонайменше один рік і протягом додаткових роки на місці або в іншому відомому місці.

Процедури перевірки є важливою частиною плану НАССР для перевірки того, що система НАССР є ефективно працює та виконує своє призначення в контроль безпеки харчових продуктів.

План НАССР повинен містити імена осіб, відповідальних за будь-яку діяльність, пов'язану з НАССР наприклад моніторинг і вжиття коригувальних дій необхідно. Також розробка та використання стандартних операційних процедур (SOP) для загального настійно рекомендується контролювати кожен ККТ.

У технології виробництва хліба із калиновим порошком можна виділити одну контрольну критичну точку (рис.4.1).

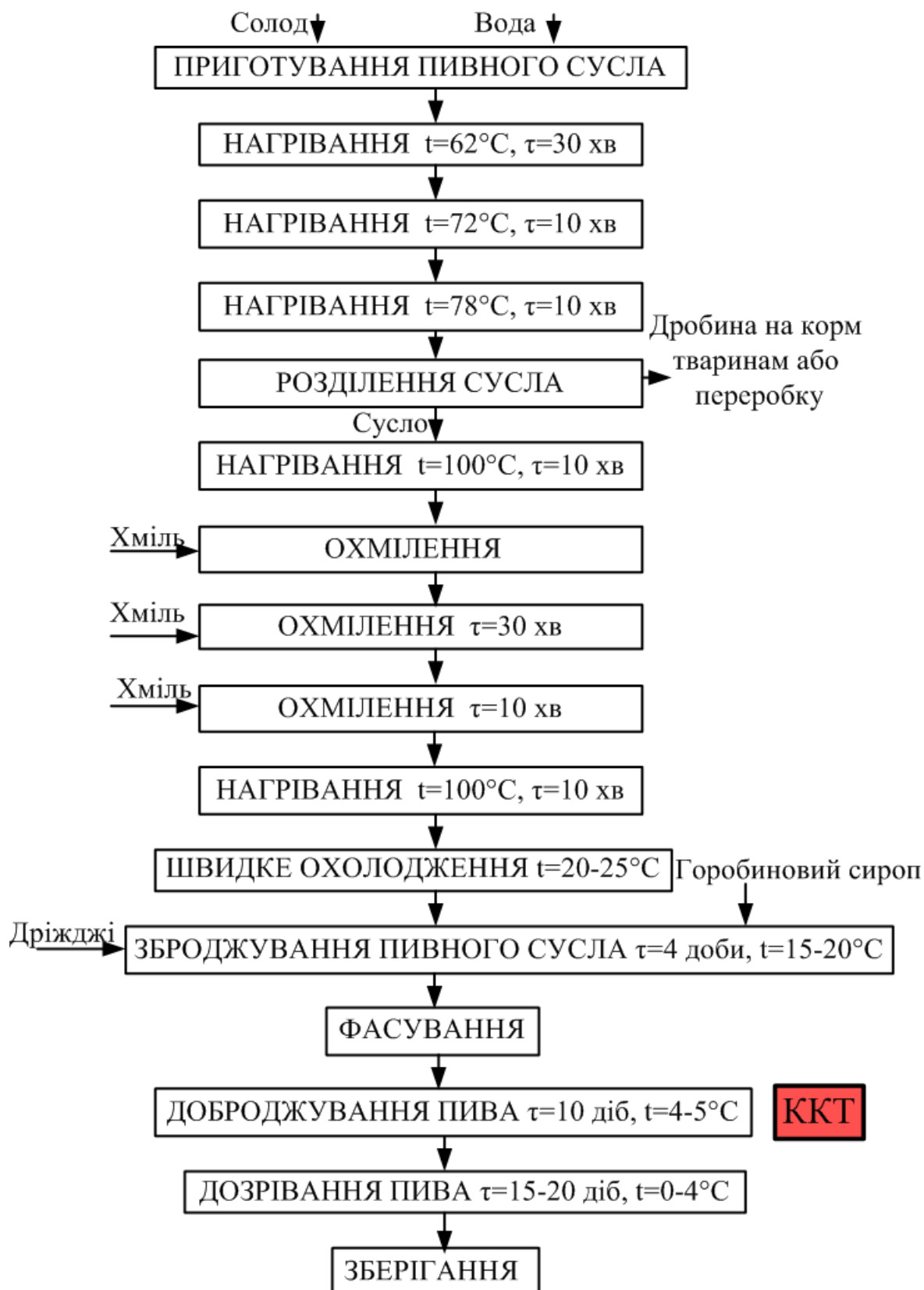


Рис.4.1. Контрольна критична точка у виробництві пива спеціального

Контрольною критичною точкою у виробництві пива є процес доброжування.

Правильні санітарні процедури важливі в виробництво безпечних харчових продуктів і напоїв. Збудники можуть рости та досягати рівня забруднення в їжі обробне приміщення через неналежну санітарію, погані процедури поводження та невідповідне обладнання.

Стандартні операційні процедури (СОП) — це детальні процедури, які крок за кроком вказують, як виконувати роботу. Ці процедури мають бути написані таким чином як сприяти навчанню нових співробітників так вони знають, що від них очікують. Стандартний операційні процедури можуть бути написані для виконання будь-яких роботи, включаючи роботу, пов'язану з санітарією та НАССР. У першому випадку вони називаються санітарними СОП і в останньому НАССР.

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

Процеси обробки	Опис	Небезпеки запропоновано	Заходи боротьби
Сировина отримання і зберігання	Сировина зберігається протягом певний період часу	Ф Х Б	Отримано кваліфіковано продукт і магазин за адресою оптимальний температура
Солодіння	Замочування, проростання і процес сушіння	Ф, Х	Отримано кваліфіковано продукт
Фрезерування	Отримати солод зерно перемелюють	Ф	Використовуються різні типи сит і магнітна мішалка

Закінчення таблиці 4.1

Процеси обробки	Опис	Небезпеки запропоновано	Заходи боротьби
Затирання	Змішування, кип'ятіння, охолодження і фільтрація	Ф, Х	Отримано кваліфіковано продукт
Ферментація	Ферментація середовище, дріжджів і хмелю	Ф, Б	Використовує чисту культуру і належний час і температура поєднання
Упаковка	Банки, пляшка і інші порти тощо	Ф, Х	Отримано кваліфіковано продукт
Пастеризація	Час і температура	Б	Належний час і температура поєднання

На основі контрольної карти НАССР, усі відібрані сорти зерно/солод зерно ССР були ідентифіковані в цьому дослідженні. Усі ССР для зерна/солоду були визначені на основі Принципи НАССР. Ці програми мали вирішальне значення для визначення критичні контрольні точки. Без плану НАССР Дослідникам необхідно розглянути більше можливих небезпек продукт поза процесом.

Сировина була отримана після перевірки персоналу. Потім сировину зберігають у відповідних умовах чисте і сухе місце, захищене від прямих сонячних променів щоб утримати матеріал від землі. Неякісна сировина може призвести до псування або погіршення якості продукту. Погане зберігання стан призводить до матеріального погіршення та зменшиться термін придатності матеріалу. Отримання сировини і зберігання має вирішальне значення для якості кінцевого продукту, який може створити небезпеку для матеріалів і знизити якість.

Етап помелу відбувається, коли солодове зерно подрібнюється в м'ясорубку після очищення за допомогою сит різного розміру, потім зважування на визначених базах процесу. Пакетики відкриваються і осипати солодове зерно вручну або за допомогою елеватора м'ясорубка. Потім додайте воду в резервуар для затирання, а потім додати добавки. Правильна система НАССР на цьому етапі може запобігти небезпеці та забрудненню процесу, який буде впливають на якість кінцевого продукту.

Готовий продукт автоматично розливається в скляну пляшку або банок за санітарно-гігієнічним умовам і належним укупорка була зроблена. Це точка або етапи обробки для якого вуглекислий газ додали у відфільтроване пиво підвищення посипання і як консервант. Готовий продукт зберігається в відповідних умовах чисте, охолоджене та сухе місце подалі від прямих сонячних променів морозильник або інший оператор охолодження, щоб не допустити продукт підстави для стеження та перевірки якості продукції. Зберігання стан критичний для розвитку псування та псування або погана якість товару. Якість продукту повинна слід контролювати, а запасом слід ретельно керувати.

Висновки до розділу 4

Під час процесу впровадження НАССР для харчових продуктів безпеки для забезпечення виробництва безпечних харчових продуктів, суч вивчення впровадження плану НАССР для пива дає можливість заходи контролю під час етапів обробки для підвищення безпеки і якість продукції. Зменшення ідентифікованих ККТ необхідний номер. Поточна дослідницька робота буде корисною для впровадження планів НАССР для солоду та пива на промислова/лабораторна база. А під час проектних робіт сан умова була впроваджена суворо, оскільки системи НАССР реалізуються на деяких етапах обробки. Такий, як у зерні отримання, помел, затирання, бродіння, фільтрування, час упаковки та пастеризації, ці етапи обробки безпосередньо впливає на якість пива.

Розділ V

РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ПИВА

В таблиці 5.1 представлено розрахунок витрат на сировину для виробництва спеціального пива.

Таблиця 5.1 - Витрати на сировину та основні матеріали

Сировина	Пиво промислового виробництва			Пиво збагачене горобиновим сиропом		
	Норма на 1000, г	Ціна, грн/кг/мл	Вартість, грн	Норма на 1000, г	Ціна, грн/кг	Вартість, грн
Пиво	1000	50	50000	990	50	50000
Сироп горобиновий	-	-	-	10	100	1000
Разом:			50000			51000

У статтю «Допоміжні матеріали» включаються затрати на придбання пакувального матеріалу та тари (табл. 5.2). Планується упаковувати пиво у кеги.

Таблиця 5.2 - Витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали

Сировина	Пиво промислового виробництва			Пиво збагачене горобиновим сиропом		
	Норма на 1000 л	Ціна, шт	Вартість, грн	Норма на 1000 г	Ціна, грн/м	Вартість, грн
Кеги (багаторазового використання)	10	-	-	10	-	-
	Разом:		-			-

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	Пиво промислового виробництва			Пиво збагачене горобиновим сиропом		
	Норма на кг/1000кг	Ціна, грн/т(м³)	Вартість, грн	Норма на кг/1000кг	Ціна, грн/т (м³)	Вартість, грн
Вода, м³	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 спеціального пива.

Таблиця 5.4 - Розрахунок відпускних цін

Денний обсяг виробництва, кг.	Відпускна ціна, грн/кг	Вартість реалізованої продукції, тис. грн. (денна)	Вартість реалізованої продукції (валового доходу), тис. грн. (річна)
1000	90	90000	9000000

На основі розрахунку вартості реалізованої продукції, розраховано виробничу програму щодо даного продукту. 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.
Пиво промислового виробництва	100000	70	7000000
Пиво збагачене горобиновим сиропом	100000	90	9000000

Основні техніко-економічні показники з виробництва інноваційного продукту представлено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Одиниці виміру	Пиво промислового виробництва	Пиво збагачене горобиновим сиропом
1	Виробнича потужність підприємства за основними видами продукції	т	1	1
2	Виручка від реалізації	грн.	7000000,0	9000000,0
3	Повна собівартість виробленої продукції	грн.	65022	66022
4	Витрати на 1 грн. виробленої продукції	грн.	65	66
5	Валовий прибуток	грн.	4978	23978
6	Рентабельність	%	8	36

Висновки до розділу 5

Виробництво спеціалізованого пива є надзвичайно рентабельним і дозволить отримати щоденний валовий прибуток 23978 грн.

ВИСНОВКИ

1. Чорноплідна горобина має хорошу харчову цінність, а її продукти також мають великий потенціал для розвитку. Більшість її поживної цінності та благотворного впливу на здоров'я пов'язані з її чудовими антиоксидантними властивостями, оскільки чорноплідна горобина є одним із найбагатших джерел їстівних поліфенолів.
2. Застосування осмотичної дегідратації плодів чорноплідної горобини, як обробки перед процесом сушіння, показало збільшення вмісту флавоноїдів у осмотичних розчинах вміст флавоноїдів значно вищий, ніж у спиртових екстрактах. Враховуючи, досить високий вміст сахарози в них (50-60%) їх можна використовувати в якості сиропів для збагачення багатьох харчових продуктів та напоїв.
3. Загальний вміст антоціанів у осмотичних розчинах ($195,13 \pm 0,25$ мг/100 г) вищий, ніж горобиновому соці (150 мг/100 г). Традиційний спосіб сушіння призводить до зниження вмісту антоціанів на 41%. При зневодненні, яке передбачає проведення осмотичної дегідратації, їх вміст знижується на 30%. При застосуванні традиційної технології виробництва соків, із застосуванням високих температур пастеризації, вміст антоціанів знижується на 93 %. Такі результати свідчать про доцільність застосування запропонованого способу переробки плодів чорноплідної горобини.
4. Використання осмотичного розчину (70%) протягом 60 хвилин позитивно вплинуло на антиоксидантну активність, яка відповідала результатам DPPH. Антиоксидантна активність на 9,86 ммоль Trolox/100 г була вищою у зразках, зневоднених із застосуванням осмотичної дегідратації.
5. У збагачених зразках пива спостерігалось підвищення антиоксидантної активності на 9-16%. Антиоксидантна активність збагаченого пива була характерною для темних сортів пива, які містять більш високий вміст фенольних сполук. Згідно з нашим дослідженням, збагачені зразки пива показали вищу антиоксидантну активність, характерну темному та

чорному пиву. Що вказує на те, що збагачене пиво є корисним для загального здоров'я людини, але лише в помірних кількостях (приблизно 0,5 л на день).

6. Не дивлячись на введення у склад пива горобинових сиропів, збереглася характерна пиву гіркота. Проте, вона була нижчою, ніж у зразка без добавок (К). Гіркота пива створюється в основному хмелем і поліфенолами та білками. Оскільки в дослідженні використовувався той самий режим охмелення, ймовірно, різниця в гіркоті виникла через поліфеноли та білки, що виділилися з плодів горобини під час осмотичної дегідратації.
7. Виробництво спеціалізованого пива є надзвичайно рентабельним і дозволить отримати щоденний валовий прибуток 23978 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Skinner, HM, Melewar, TC (2018) Defining and delimiting the scope of the Corporate Identity construct. *The Marketing Review*, 18 (2). pp. 115-129. ISSN 1469-347X/
2. Gómez-Corona C., Escalona-Buendía H.B., García M., Sylvie Chollet, Dominique Valentin (2016). Craft vs. industrial: Habits, attitudes and motivations towards beer consumption in Mexico. *Appetite*, 96, 1,358-367.
3. Gatrell J., Reid N., Steiger T. (2018). Branding spaces: Place, region, sustainability and the American craft beer industry. *Applied Geography*, 90, 360-370.
4. Lamertz, K., Foster, W. M., Coraiola, D. M., & Kroezen, J. (2016). New Identities from Remnants of the Past: An Examination of the History of Beer Brewing in Ontario and the Recent Emergence of Craft Breweries. *Business History*, 58, 796-828. <https://doi.org/10.1080/00076791.2015.1065819>.
5. Garavaglia, C.; Swinnen, J. The craft beer revolution: An international perspective. *Choices* 2017, 32, 1–8.
6. Carroll, G.R.; Swaminathan, A. Why the microbrewery movement? Organizational dynamics of resource partitioning in the US brewing industry. *Am. J. Sociol.* 2000, 106, 715–762.
7. Wojtyra, B.; Kossowski, T.M.; Březinová, M.; Savov, R.; Lančarič, D. Geography of craft breweries in Central Europe: Location factors and the spatial dependence effect. *Appl. Geogr.* 2020, 124, 102325.
8. Wojciechowska-Solis, J. Consumer Ethnocentrism on the Market for Local Products: Determinants of Consumer Behaviors. *CeON Repozytorium* 2022, 373, 75–92.
9. Jaeger, S.R.; Xia, Y.X.; Le Blond, M.; Beresford, M.K.; Hedderley, D.I.; Cardello, A.V. Supplementing hedonic and sensory consumer research on beer with cognitive and emotional measures, and additional insights via consumer segmentation. *Food Qual. Prefer.* 2019, 73, 117–134.

10. Baiano, A. Craft beer: An overview. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2021, 20, 1829–1856.
11. Durán-Sánchez, A.; de la Cruz del Río-Rama, M.; Álvarez-García, J.; Oliveira, C. Analysis of Worldwide Research on Craft Beer. *SAGE Open* 2022, 12, 21582440221108154.
12. Aquilani, B.; Laureti, T.; Poponi, S.; Secondi, L. Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: An exploratory study of consumer preferences. *Food Qual. Prefer.* 2014, 41, 214–224.
13. Atallah, S.S.; Bazzani, C.; Ha, K.A.; Nayga, R.M. Does the Origin of Inputs and Processing Matter? Evidence from Consumers' Valuation for Craft Beer. *Food Qual. Prefer.* 2021, 89, 104146.
14. Calvo-Porrá, C.; Orosa-González, J.; Blázquez-Lozano, F. A Clustered-Based Segmentation of Beer Consumers: From “Beer Lovers” to “Beer to Fuddle”. *Br. Food J.* 2018, 120, 1280–1294.
15. Carbone, A.; Quici, L. Craft beer mon amour: An exploration of Italian craft consumers. *Br. Food J.* 2020, 122, 2671–2687.
16. Carvalho, N.B.; Minim, L.A.; Nascimento, M.; de Castro Ferreira, G.H.; Minim, V.P.R. Characterization of the consumer market and motivations for the consumption of craft beer. *Br. Food J.* 2018, 120, 378–391.
17. Villacreses, S.; Blanco, C.A.; Caballero, I. Developments and characteristics of craft beer production processes. *Food Biosci.* 2022, 45, 101495.
18. Murray, D.W.; O'Neill, M.A. Craft beer: Penetrating a niche market. *Br. Food J.* 2012, 7, 899–909.
19. Cabras, I., & Bamforth, C. (2015). From reviving tradition to fostering innovation and changing marketing: the evolution of micro-brewing in the UK and US, 1980–2012. *Business History*, 58(5), 625–646. <https://doi.org/10.1080/00076791.2015.1027692>.
20. Kraftchick, J. F., Byrd, E. T., Canziani, B. & Gladwell, N. J. (2014). Understanding beer tourist motivation. *Tourism Management Perspectives*, 12(1), 41–47.; <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2014.07.001>.

- 21.Tirado-Kulieva, V.A.; Hernández-Martínez, E.; Minchán-Velayarce, H.H.; Pasapera-Campos, S.E.; Luque-Vilca, O.M. A comprehensive review of the benefits of drinking craft beer: Role of phenolic content in health and possible potential of the alcoholic fraction. *Curr. Res. Food Sci.* 2023, 6, 100477.
- 22.Paiva, R.A.M.; Mutz, Y.S.; Conte-Junior, C.A. A Review on the Obtaining of Functional Beers by Addition of Non-Cereal Adjuncts Rich in Antioxidant Compounds. *Antioxidants* 2021, 10, 1332.
- 23.Breda, C.; Barros, A.I.; Gouvinhas, I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant capacity of Portuguese craft beers. *Int. J. Gastron. Food Sci.* 2022, 27, 100473.
- 24.Lerro, M.; Marotta, G.; Nazzaro, C. Measuring consumers' preferences for craft beer attributes through Best-Worst Scaling. *Agric. Food Econ.* 2020, 8, 1.
- 25.Sester, C., Dacremont, C., Deroy, O., & Valentin, D. (2013). Investigating consumers' representations of beers through a free association task: A comparison between packaging and blind conditions. *Food Quality and Preference*, 28(2), 475–483. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.11.005>.
- 26.Mejlholm, O., & Martens, M. (2006). Beer identity in Denmark. *Food Quality and Preference*, 17(1-2), 108-115. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.10.001>.
- 27.Choi, D. Y., & Stack, M. H. (2005). The all-American beer: A case of inferior standard (taste) prevailing? *Business Horizons*, 48(1), 79-86. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2004.10.016>.
- 28.Olivares-Galván, S.; Marina, M.L.; García, M.C. Extraction of Valuable Compounds from Brewing Residues: Malt Rootlets, Spent Hops, and Spent Yeast. *Trends Food Sci. Technol.* 2022, 127, 181–197.
- 29.Pferdmenges, L.E.; Schröter, A.; Lohmayer, R.; Striegel, L.; Rychlik, M.; Müller, A.; Meinhardt, A.K.; Trierweiler, B.; Hartmann, B.M.; Frommherz, L. Characterization of the Nutrient Composition of German Beer Styles for the German Nutrient Database. *J. Food Compos. Anal.* 2022, 105, 104181. [

30. Punčochářová, L.; Pořízka, J.; Diviš, P.; Štursa, V. Study of the Influence of Brewing Water on Selected Analytes in Beer Study of the Influence of Brewing Water on Selected Analytes in Beer View Project Authentication of Wine View Project. *Potravin. Slovak J. Food Sci.* 2019, 13, 507–514.
31. Agwanande Ambindei, W.; Dibengue, D.; Florentin, J.; Pride Ndasi, N.; Afek, A.A.; Bienvenu, S.; Jong, N.E. Optimisation of Malting of Cameroonian Rice (*Oryza Sativa*) Cultivars for Beer Production. *J. Brew. Distill.* 2022, 11, 1–17.
32. Yin Tan, W.; Li, M.; Devkota, L.; Attenborough, E.; Dhital, S. Mashing Performance as a Function of Malt Particle Size in Beer Production. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2021, 1–16.
33. De Schepper, C.F.; Buvé, C.; Van Loey, A.M.; Courtin, C.M. A Kinetic Study on the Thermal Inactivation of Barley Malt α -Amylase and β -Amylase during the Mashing Process. *Food Res. Int.* 2022, 157, 111201.
34. Yang, D.; Gao, X. Progress of the Use of Alternatives to Malt in the Production of Gluten-Free Beer. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2020, 62, 2820–2835.
35. Hung, N.T.; Thuy, N.T.; Ha, N.C. Evaluation of Using the Rice in Mekong Delta for Beer Making: Nutritional, Heat Resistant, Protease Resistant and Inhibitor Properties of Protein. *J. Food Process. Preserv.* 2022, e17222.
36. Da Rosa Almeida, R.; de Oliveira Brisola Maciel, M.V.; Machado, M.H.; Bazzo, G.C.; de Armas, R.D.; Vitorino, V.B.; Vitali, L.; Block, J.M.; Barreto, P.L.M. Bioactive Compounds and Antioxidant Activities of Brazilian Hop (*Humulus Lupulus* L.) Extracts. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2020, 55, 340–347.
37. Kimura, M.; Ito, T.; Sato, H.; Higashi, M. Theoretical Study on Isomerization of α -Acids: A DFT Calculation. *Food Chem.* 2021, 364, 130418.
38. Féchir, M.; Weaver, G.; Roy, C.; Shellhammer, T.H. Exploring the Regional Identity of Cascade and Mosaic® Hops Grown at Different Locations in Oregon and Washington. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 2022.
39. Sahaya Glingston, R.; Yadav, J.; Rajpoot, J.; Joshi, N.; Nagotu, S. Contribution of Yeast Models to Virus Research. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2021, 105, 4855–4878.

40. Iorizzo, M.; Coppola, F.; Letizia, F.; Testa, B.; Sorrentino, E. Processes Role of Yeasts in the Brewing Process: Tradition and Innovation. *Processes* 2021, 9, 839.
41. Freepik Company, S.L. Flaticon Free Icons. Available online: <https://www.flaticon.com/> (accessed on 8 November 2022).
42. Mosher, M.; Trantham, K. Milling and Mashing. In *Brewing Science: A Multidisciplinary Approach*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2021; pp. 167–197.
43. Bachmann, S.A.L.; Calvete, T.; Féris, L.A. Potential Applications of Brewery Spent Grain: Critical an Overview. *J. Environ. Chem. Eng.* 2022, 10, 106951.
44. Aredes, R.S.; Peixoto, F.C.; Sphaier, L.A.; Marques, F.F. de C. Evaluation of Craft Beers through the Direct Determination of Amino Acids by Capillary Electrophoresis and Principal Component Analysis. *Food Chem.* 2021, 344, 128572.
45. De Schepper, C.F.; Michiels, P.; Buvé, C.; Van Loey, A.M.; Courtin, C.M. Starch Hydrolysis during Mashing: A Study of the Activity and Thermal Inactivation Kinetics of Barley Malt α -Amylase and β -Amylase. *Carbohydr. Polym.* 2021, 255, 117494.
46. Blšáková, L.; Gregor, T.; Mešt'ánek, M.; Hřivna, L.; Kumbár, V. The Use of Unconventional Malts in Beer Production and Their Effect on the Wort Viscosity. *Foods* 2021, 11, 31.
47. Hennemann, M.; Gastl, M.; Becker, T. Influence of Particle Size Uniformity on the Filter Cake Resistance of Physically and Chemically Modified Fine Particles. *Sep. Purif. Technol.* 2021, 272, 118966.
48. Adetokunboh, A.H.; Obilana, A.O.; Jideani, V.A. Physicochemical Characteristics of Bambara Groundnut Speciality Malts and Extract. *Molecules* 2022, 27, 4332.
49. Kalb, V.; Seewald, T.; Hofmann, T.; Granvogl, M. Investigations into the Ability to Reduce Cinnamic Acid as Undesired Precursor of Toxicologically Relevant

- Styrene in Wort by Different Barley to Wheat Ratios (Grain Bill) during Mashing. *J. Agric. Food Chem.* 2021, 69, 9450.
50. Ciont, C.; Epuran, A.; Kerezsi, A.D.; Coldea, T.E.; Mudura, E.; Pasqualone, A.; Zhao, H.; Suharoschi, R.; Vriesekoop, F.; Pop, O.L. Beer Safety: New Challenges and Future Trends within Craft and Large-Scale Production. *Foods* 2022, 11, 2693.
 51. Bhonsale, S.; Mores, W.; Van Impe, J.; Gonzalez Viejo, C.; Fuentes, S. Dynamic Optimisation of Beer Fermentation under Parametric Uncertainty. *Fermentation* 2021, 7, 285.
 52. Donnelly, D.; Blanchard, L.; Dabros, M.; O'Hara, S.; Brabazon, D.; Foley, G.; Freeland, B. Fed-Batch System for Propagation of Brewer's Yeast. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 2021, 80, 190–200.
 53. Liu, S.; Kerr, E.D.; Pegg, C.L.; Schulz, B.L. Proteomics and Glycoproteomics of Beer and Wine. *Proteomics* 2022, 22, 2100329. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
 54. Sclifos, A.; Scutaru, I. The Influence of Microorganisms on Beer Quality. *J. Eng. Sci.* 2022, 29, 161–171.
 55. Madrera, R.R.; Bedriñana, R.P.; Valles, B.S. Evaluation of Indigenous Non-Saccharomyces Cider Yeasts for Use in Brewing. *Eur. Food Res. Technol.* 2021, 247, 819–828.
 56. Postigo, V.; García, M.; Cabellos, J.M.; Arroyo, T. Wine Saccharomyces Yeasts for Beer Fermentation. *Fermentation* 2021, 7, 290.
 57. Mosher, M.; Trantham, K. The Purpose of Maturation. In *Brewing Science: A Multidisciplinary Approach*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2021; pp. 332–333. ISBN 978-3-030-73419-0.
 58. Kahle, E.-M.; Zarnkow, M.; Jacob, F. Beer Turbidity Part 1: A Review of Factors and Solutions. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 2020, 79, 99–114.
 59. Rogener, F. Filtration Technology for Beer and Beer Yeast Treatment. In *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*; IOP Publishing: Bristol, UK, 2021.

60. Milani, E.A.; Silva, F.V.M. Pasteurization of Beer by Non-Thermal Technologies. *Front. Food Sci. Technol.* 2022, 1, 798676.
61. Nunes Filho, R.C.; Galvan, D.; Effting, L.; Terhaag, M.M.; Yamashita, F.; de Toledo Benassi, M.; Spinosa, W.A. Effects of Adding Spices with Antioxidants Compounds in Red Ale Style Craft Beer: A Simplex-Centroid Mixture Design Approach. *Food Chem.* 2021, 365, 130478.
62. Brewers Association 2020 Beer Style Guidelines February 21, 2020.
63. González-Salitre L, Guillermo González-Olivares L, Antobelli Basilio-Cortes U. *Humulus lupulus* L. a potential precursor to human health: High hops craft beer. *Food Chem.* 2023 Mar 30;405(Pt B):134959. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.134959. Epub 2022 Nov 18. PMID: 36435101.
64. Gasiński, A.; Kawa-Rygielska, J.; Mikulski, D.; Kłosowski, G.; Głowacki, A. Application of white grape pomace in the brewing technology and its impact on the concentration of esters and alcohols, physicochemical parameters and antioxidative properties of the beer. *Food Chem.* 2022, 367, 130646.
65. Salanță, L.C.; Coldea, T.E.; Ignat, M.V.; Pop, C.R.; Tofană, M.; Mudura, E.; Borșa, A.; Pasqualone, A.; Zhao, H. Non-Alcoholic and Craft Beer Production and Challenges. *Processes* 2020, 8, 1382.
66. Pallottino, F.; Cimini, A.; Costa, C.; Antonucci, F.; Menesatti, P.; Moresi, M. Bibliometric analysis and mapping of publications on brewing science from 1940 to 2018. *J. Inst. Brew.* 2020, 126, 394–405.
67. Mellor, D.D.; Hanna-Khalil, B.; Carson, R. A Review of the Potential Health Benefits of Low Alcohol and Alcohol-Free Beer: Effects of Ingredients and Craft Brewing Processes on Potentially Bioactive Metabolites. *Beverages* 2020, 6,
68. Styburski, D.; Janda, K.; Baranowska-Bosiacka, I.; Łukomska, A.; Dec, K.; Goschorska, M.; Michalkiewicz, B.; Ziętek, P.; Gutowska, I. Beer as a potential source of macroelements in a diet: The analysis of calcium, chlorine, potassium, and phosphorus content in a popular low-alcoholic drink. *Eur. Food Res. Technol.* 2018, 244, 1853–1860.

- 69.Sohrabvandi, S.; Mortazavian, A.; Rezaei, K. Health-related aspects of beer: A review. *Int. J. Food Prop.* 2012, 15, 350–373.
- 70.Habschied, K.; Živković, A.; Krstanović, V.; Mastanjević, K. Functional Beer—A Review on Possibilities. *Beverages* 2020, 6, 51.
71. Pluháčková, H.; Gregor, T.; Boško, R.; Běláková, S.; Svoboda, Z.; Benešová, K. Fortification of Beer with Extracts of the Selected Czech Medicinal Herbs and Plants. *Kvasny Prumysl* 2020, 66, 314–319. Piva, R.C.; Verdan, M.H.; Mascarenhas Santos, M.D.S.; Batistote, M.; Cardoso, C.A.L. Manufacturing and characterization of craft beers with leaves from *Ocimum selloi* Benth. *J. Food Sci. Technol.* 2021, 58, 4403–4410.
- 72.Djordjević, S.; Popović, D.; Despotović, S.; Veljović, M.; Atanacković, M.; Cvejić, J.; Nedović, V.; Leskošek-Čukalović, I. Extracts of medicinal plants as functional beer additives. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q. CICEQ* 2016, 22, 301–308.
- 73.Dziedziński, M.; Stachowiak, B.; Kobus-Cisowska, J.; Kozłowski, R.; Stuper-Szablewska, K.; Szambelan, K.; Górna, B. Supplementation of beer with *Pinus sylvestris* L. shoots extracts and its effect on fermentation, phenolic content, antioxidant activity and sensory profiles. *Electron. J. Biotechnol.* 2023, 63, 10–17.
- 74.Borșa, A.; Muntean, M.V.; Salanță, L.C.; Tofană, M.; Socaci, S.A.; Mudura, E.; Pop, A.; Pop, C.R. Effects of Botanical Ingredients Addition on the Bioactive Compounds and Quality of Non-Alcoholic and Craft Beer. *Plants* 2022, 11, 1958.
- 75.Sánchez-Bravo, P.; Abellán, Á.; Zapata, P.J.; García-Viguera, C.; Domínguez-Perles, R.; Giménez, M.J. Broccoli products supplemented beers provide a sustainable source of dietary sulforaphane. *Food Biosci.* 2023, 51, 102259.
- 76.Zapata, P.J.; Martínez-Esplá, A.; Gironés-Vilaplana, A.; Santos-Lax, D.; Noguera-Artiaga, L.; Carbonell-Barrachina, Á.A. Phenolic, volatile, and sensory profiles of beer enriched by macerating quince fruits. *LWT* 2019, 103, 139–146.
- 77.Nardini, M.; Garaguso, I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. *Food Chem.* 2020, 305, 125437.

78. Yang, N.; Wu, C.; Yang, H.; Guo, Z.; Jian, H.; Jiang, T.; Lei, H. Bioactive compounds, antioxidant activities and flavor volatiles of lager beer produced by supplementing six jujube cultivars as adjuncts. *Food Biosci.* 2022, 50, 102008.
79. Ducruet, J.; Rébénacque, P.; Diserens, S.; Kosińska-Cagnazzo, A.; Héritier, I.; Andlauer, W. Amber ale beer enriched with goji berries—The effect on bioactive compound content and sensorial properties. *Food Chem.* 2017, 226, 109–118.
80. Belscak-Cvitanović, A.; Nedović, V.; Salević, A.; Despotović, S.; Komes, D.; Nikšić, M.; Bugarski, B.; Leskošek-Čukalović, I. Modification of functional quality of beer by using microencapsulated green tea (*Camellia sinensis* L.) and ganoderma mushroom (*Ganoderma lucidum* L.) bioactive compounds. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.* 2017, 23, 457–471.
81. Ulloa, P.; Vidal, J.; Ávila, M.; Labbe, M.; Cohen, S.; Salazar, F. Effect of the Addition of Propolis Extract on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Craft Beer. *J. Chem.* 2017, 2017, 6716053.
82. Bolanos-Barbosa, A.D.; Rodríguez, C.F.; Acuña, O.L.; Cruz, J.C.; Reyes, L.H. The Impact of Yeast Encapsulation in Wort Fermentation and Beer Flavor Profile. *Polymers* 2023, 15, 1742.
83. Nedović, V.; Gibson, B.; Mantzouridou, T.F.; Bugarski, B.; Djordjević, V.; Kalušević, A.; Paraskevopoulou, A.; Sandell, M.; Šmogrovičová, D.; Yilmaztekin, M. Aroma formation by immobilized yeast cells in fermentation processes. *Yeast* 2015, 32, 173–216.
84. Verbelen, P.J.; Nedović, V.A.; Manojlović, V.; Delvaux, F.R.; Leskošek-Čukalović, I.; Bugarski, B.; Willaert, R. Bioprocess Intensification of Beer Fermentation Using Immobilised Cells. In *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*; Zuidam, N.J., Nedovic, V., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2010; pp. 303–325.
85. Nedovic, V.; Kalusevic, A.; Manojlovic, V.; Levic, S.; Bugarski, B. An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Sci.* 2011, 1, 1806–1815.

- 86.Clemons, E.K.; Gao, G.G.; Hitt, L.M. When online reviews meet hyperdifferentiation: A study of the craft beer industry. *J. Manag. Inf. Syst.* 2006, 23, 149–171.
- 87.Fastigi, M.; Viganò, E.; Esposti, R. The Italian microbrewing experience: Features and perspectives. *Bio-Based Appl. Econ.* 2018, 7, 59–86
- 88.Garavaglia, C.; Mussini, M. What is craft?—An empirical analysis of consumer preferences for craft beer in Italy. *Mod. Econ.* 2020, 11, 1195–1208.
- 89.Donadini, G.; Spigno, G.; Fumi, M.D.; Pastori, R. Evaluation of ideal everyday Italian food and beer pairings with regular consumers and food and beverage experts. *J. Inst. Brew.* 2008, 114, 329–342.
- 90.Cipollaro, M.; Fabbri, S.; Sottini, V.A.; Fabbri, B.; Menghini, S. Linking sustainability, embeddedness and marketing strategies: A study on the craft beer sector in Italy. *Sustainability* 2021, 13, 10903.
- 91.Mlček J, Rop O, Jurikova T, Sochor J, Fisera M, Balla M, et al. Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of interspecific Rowan crosses. *Cent Eur J Biol.* 2014;9(11):1078–86. 10.2478/s11535-014-0336-8 [DOI] [Google Scholar]
- 92.4.Rutkowska M, Kolodziejczyk-Czepas J, Owczarek A, Zakrzewska A, Magiera A, Olszewska MA. Novel insight into biological activity and phytochemical composition of *Sorbus aucuparia* L. fruits: Fractionated extracts as inhibitors of protein glycation and oxidative/nitrative damage of human plasma components. *Food Res Int.* 2021;147:110526. 10.1016/j.foodres.2021.110526 [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
- 93.5.Kalle R, Sõukand R. Historical ethnobotanical review of wild edible plants of Estonia (1770s–1960s). *Acta Soc Bot Pol.* 2012;81:271–81. 10.5586/asbp.2012.033 [DOI] [Google Scholar]
- 94.6.Bozhuyuk MR. Morphological and biochemical diversity in fruits of rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) genotypes. *Erwerbs-Obstbau.* 2021;63:431–5. 10.1007/s10341-021-00603-4 [DOI] [Google Scholar]

- 95.7.Sarv V, Venskutonis PR, Bhat R. The *Sorbus* spp. - Underutilised plants for foods and nutraceuticals: Review on polyphenolic phytochemicals and antioxidant potential. *Antioxidants*. 2020;9(9):813. 10.3390/antiox9090813 [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
- 96.8.Termentzi A, Alexiou P, Demopoulos VJ, Kokkalou E. The aldose reductase inhibitory capacity of *Sorbus domestica* fruit extracts depends on their phenolic content and may be useful for the control of diabetic complications. *Pharmazie*. 2008;63(9):693–6. [PubMed] [Google Scholar]
- 97.9.Sołtys A, Galanty A, Podolak I. Ethnopharmacologically important but underestimated genus *Sorbus*: A comprehensive review. *Phytochem Rev*. 2020;19:491–526. 10.1007/s11101-020-09674-9
- 98.10.Wang SY, Lin HS. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J Agric Food Chem*. 2000;48(2):140–6. 10.1021/jf9908345
- 99.Gil-Izquierdo A, Mellenthin A. Identification and quantitation of flavonols in rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) juice. *Eur Food Res Technol*. 2001;213:12–7. 10.1007/s002170100328
100. Mikulic-Petkovsek M, Krska B, Kiproviski B, Veberic R. Bioactive components and antioxidant capacity of fruits from nine *Sorbus* genotypes. *J Food Sci*. 2017;82(3):647–58. 10.1111/1750-3841.13643
101. Zymone K, Raudone L, Raudonis R, Marksa M, Ivanauskas L, Janulis V. Phytochemical profiling of fruit powders of twenty *Sorbus* L. cultivars. *Molecules*. 2018;23(10):2593. 10.3390/molecules23102593.
102. Nile SH, Park SW. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition*. 2014;30(2):134–44. 10.1016/j.nut.2013.04.007
103. Pinto J, Spínola V, Llorent-Martínez EJ, Fernández-de Córdova ML, Molina-García L, Castilho PC. Polyphenolic profile and antioxidant activities of Madeiran elderberry (*Sambucus lanceolata*) as affected by simulated in vitro digestion. *Food Res Int*. 2017;100(Pt 3):404–10. 10.1016/j.foodres.2017.03.044

104. Aslantaş R, Pirlak L, Guleryuz M. The nutritional value of wild fruits from the North Eastern Anatolia region of Turkey. *Asian J Chem.* 2007;19(4):3072–8.
105. Majić B, Šola I, Likić S, Juranović Cindrić I, Rusak G. Characterisation of *Sorbus domestica* L. bark, fruits and seeds: Nutrient composition and antioxidant activity. *Food Technol Biotechnol.* 2015;53(4):463–71. 10.17133/ftb.53.04.15.4001.
106. Sarv, V.; Venskutonis, P.R.; Bhat, R. The *Sorbus* spp.—Underutilised Plants for Foods and Nutraceuticals: Review on Polyphenolic Phytochemicals and Antioxidant Potential. *Antioxidants* 2020, 9, 813.
107. Šavikin, K.P.; Zdunić, G.M.; Krstić-Milošević, D.B.; Šircelj, H.; Stešević, D.D.; Pljevljakušić, D.S. *Sorbus aucuparia* and *Sorbus aria* as a Source of Antioxidant Phenolics, Tocopherols, and Pigments. *Chem. Biodivers.* 2017, 14, e1700329.
108. Zymone, K.; Raudone, L.; Raudonis, R.; Marksa, M.; Ivanauskas, L.; Janulis, V. Phytochemical Profiling of Fruit Powders of Twenty *Sorbus* L. Cultivars. *Molecules* 2018, 23, 2593.
109. Kylli, P.; Nohynek, L.; Puupponen-Pimiä, R.; Westerlund-Wikström, B.; McDougall, G.; Stewart, D.; Heinonen, M. Rowanberry Phenolics: Compositional Analysis and Bioactivities. *J. Agric. Food Chem.* 2010, 58, 11985–11992.
110. Cristea, E.; Ghendov-Mosan, A.; Patras, A.; Socaciu, C.; Pintea, A.; Tudor, C.; Sturza, R. The Influence of Temperature, Storage Conditions, pH, and Ionic Strength on the Antioxidant Activity and Color Parameters of Rowan Berry Extracts. *Molecules* 2021, 26, 3786.
111. Mlcek, J.; Rop, O.; Jurikova, T.; Sochor, J.; Fišera, M.; Balla, S.; Baron, M.; Hrabe, J. Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of interspecific Rowan crosses. *Open Life Sci.* 2014, 9, 1078–1086.
112. Ramić M, Vidović S, Zeković Z, Vladić J, Cvejin A, Pavlić B. Modeling and optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenolic compounds

- from *Aronia melanocarpa* by-products from filter-tea factory. *Ultrason Sonochem.* 2015;23:360–8. 10.1016/j.ultsonch.2014.10.002.
113. Gonnissen Y, Gonçalves SIV, De Geest BG, Remon JP, Vervaet C. Process design applied to optimise a directly compressible powder produced via a continuous manufacturing process. *Eur J Pharm Biopharm.* 2008;68(3):760–70. 10.1016/j.ejpb.2007.09.007.
 114. Pavlović, A.N.; Branović, J.M.; Veljković, J.N.; Mitić, S.S.; Tošić, S.B.; Kaličanin, B.M.; Kostić, D.A.; Đorđević, M.S.; Velimirović, D.S. Characterization of commercially available products of aronia according to their metal content. *Fruits* 2015, 70, 385–393.
 115. Kaličanin, B.; Velimirović, D.; Nešić, I. A study on mineral composition of *Aronia melanocarpa* as a functional food with potential therapeutic properties. *J. Food Nutr. Res.* 2022, 61, 53–60.
 116. Zhang, Y.; Zhao, Y.; Liu, X.; Chen, X.; Ding, C.; Dong, L.; Xiao, F. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as a new functional food relationship with health: An overview. *J. Future Food.* 2021, 1, 168–178.
 117. Sidor, A.; Gramza-Michałowska, A. Black chokeberry *Aronia melanocarpa* L.—A qualitative composition, phenolic profile and antioxidant potential. *Molecules* 2019, 24, 3710.
 118. Leonard, W.; Zhang, P.; Ying, D.; Fang, Z. Application of extrusion technology in plant food processing byproducts: An overview. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2020, 19, 218–246.
 119. Tolić, M.-T.; Landeka Jurčević, I.; Panjkota Krbavčić, I.; Marković, K.; Vahčić, N. Phenolic content, antioxidant capacity and quality of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) products. *Food Technol. Biotechnol.* 2015, 53, 171–179.
 120. Nowak, D.; Gośliński, M.; Wojtowicz, E. Comparative analysis of the antioxidant capacity of selected fruit juices and nectars: Chokeberry juice as a rich source of polyphenols. *Int. J. Food Prop.* 2016, 19, 1317–1324.
 121. Samilyk, M., Illiashenko, Y., Rudichenko, Y., Yevtushenko, Y., Huba, S., Tkachuk, S., Ryzhkova, T., Heida I., Lysenko, H., & Severin, R. (2024).

Determination of the antioxidant potential of processing products of osmotically dehydrated chokeberry fruits and beer enriched with them. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(11 (128), 26–33. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.301159>.