

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » грудня 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » грудня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР
із спеціальності **181 «Харчові технології»**

на тему: «Дослідження та удосконалення технології міцного пива шляхом його виморожування»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ТБ-2-7М

Матеїч Павло Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник Куц Анатолій Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(прізвище, ім'я)

_____ (підпис)

Я, як здобувач Національного університету харчових технологій, розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Павло МАТЕЇЧ
(підпис)

Київ — 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступень – магістр

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Технології продуктів бродіння і виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та виноробства

_____Анатолій КУЦ

29 серпня 2024 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ Матеїчу Павлу Васильовичу

1. Тема роботи: «Дослідження та удосконалення технології міцного пива шляхом його виморожування»

Керівник роботи Куц Анатолій Михайлович, зав. кафедри, доцент, канд. техн. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 7 жовтня 2024 року № 882-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 25 листопаду 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Матеріали зібрані під час переддипломної практики

2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт

3. Дослідити та удосконалити технологію міцного пива шляхом його виморожування.

4. Скласти математичну модель процесу і перевірити її адекватність.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які повинно розробити)

Титульний аркуш. Завдання на кваліфікаційну роботу. Анотація (трьома мовами).

Зміст. Вступ. 1. Особливості процесу виморожування пива (аналітичний огляд літератури). 2. Матеріали, методи та методика досліджень. 3. Дослідження впливу

процесу виморожування пива на міцність та органолептичні показники пива.

4. Соціально-економічна ефективність роботи. 5. Охорона праці. 6. Цивільний захист. Загальні висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Таблиці з результатами досліджень — 6

2. Рисунки з результатами досліджень — 16

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 20 червня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	14.10.24-18.10.24	
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	19.10.24-21.10.24	
	1-а атестація	21.10.24	
3.	Обґрунтування способів виморожування міцного пива	22.10.24-24.10.24	
4.	Дослідження вплив процесу виморожування пива на якісні показники готового напою;	25.10.24-27.10.24	
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	28.10.24-29.10.24	
	2-а атестація	29.10.24	
6.	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	01.11.24-04.11.24	
7.	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	05.11.24-07.11.24	
8.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи	08.11.24-20.11.24	
9.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	21.11.24-14.11.24	
10.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	25.11.24-29.11.24	
11.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	30.11.24-10.12.24	
	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Павло МАТЕЇЧ

Керівник роботи зав. кафедри,
доцент, канд. техн. наук

Анатолій КУЦ

АНОТАЦІЯ

Матеїч Павло Васильович «Дослідження та удосконалення технології міцного пива шляхом його виморожування». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології» за освітньою програмою «Технології продуктів бродіння і виноробства». Національний університет харчових технологій, Київ, 2024.

Актуальність роботи. Сучасний ринок українського пивного крафту стрімко зростає завдяки виготовленню незвичних сортів пива для споживача. Це досягається впровадженням нових технологій виробництва, що дають змогу створювати унікальні і нові для нашого ринку стилі пива. Використання інноваційних підходів у галузі є важливою частиною виробництва сконцентрованого пива способом виморожування води. Дослідження і робота над цим методом дозволяє отримати ще молодий для українського крафту продукт та стати одними з інноваторів на ринку.

Наукове значення роботи полягає в обґрунтуванні технології міцного пива шляхом виморожуванням води, дослідження впливу процесу виморожування пива на якісні показники готового напою.

Практичне значення роботи. На основі досліджень встановлено, що концентрування пива процесом виморожування дозволяє змінювати концентрацію смакових і ароматичних сполук без їх зайвих втрат, видаляючи виключно воду, залишаючи леткі речовини в рідині.

За результатами дослідження підтвердили закономірність впливу вмісту спирту, сухих речовин та зброджуваних цукрів на середній коефіцієнт розподілу (відношення концентрації речовин у льодовому залишку до відношення концентрації розчиненої речовини в сконцентрованій рідині).

Ключові слова: крафтове пиво, виморожування води, водно-спиртовий екстракт, фізико-хімічні показники, органолептичні показники, масова частка спирту, масова частка сухих речовин.

ABSTRACT

Mateich Pavlo Vasilyovich "Research and improvement of the technology of strong beer by freezing it". Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 181 "Food Technologies" under the educational program "Technology of Fermentation Products and Winemaking". National University of Food Technologies, Kyiv, 2024.

Relevance of the work. The modern Ukrainian craft beer market is growing rapidly due to the production of unusual varieties of beer for the consumer. This is achieved by introducing new production technologies that make it possible to create unique and new styles of beer for our market. The use of innovative approaches in the industry is an important part of the production of concentrated beer by freezing water. Research and work on this method allows you to get a product that is still young for Ukrainian craft and become one of the innovators in the market.

The scientific significance of the work is to substantiate the technology of strong beer by freezing water, to study the impact of the process of freezing beer on the quality indicators of the finished drink.

Practical significance of the work. Based on the research, it was established that the concentration of beer by the freezing process allows you to change the concentration of flavor and aromatic compounds without their unnecessary losses, removing only water, leaving volatile substances in the liquid.

According to the results of the study, the regularity of the influence of the content of alcohol, dry substances and fermentable sugars on the average distribution coefficient (the ratio of the concentration of substances in the ice residue to the ratio of the concentration of the dissolved substance in the concentrated liquid) was confirmed.

Keywords: craft beer, freezing water, water-alcohol extract, physicochemical indicators, organoleptic indicators, mass fraction of alcohol, mass fraction of dry substances.

ANOTACE

Mateich Pavlo Vasyliovych "Výzkum a zlepšení technologie silného piva jeho zmrazením". Kvalifikační práce pro získání magisterského vzdělání v oboru 181 "Potravinářské technologie" v rámci vzdělávacího programu "Technologie fermentačních produktů a výroby vína". Národní univerzita potravinářských technologií, Kyjev, 2024.

Relevance práce. Moderní ukrajinský trh s řemeslným pivem rychle roste díky výrobě pro spotřebitele neobvyklých druhů piv. Toho je dosahováno zaváděním nových výrobních technologií, které umožňují vytvářet jedinečné a nové styly piva pro náš trh. Využití inovativních přístupů v průmyslu je důležitou součástí výroby koncentrovaného piva metodou zmrazování vody. Výzkum a práce na této metodě vám umožňují získat produkt, který je pro ukrajinské řemeslo stále mladý, a stát se jedním z inovátorů na trhu.

Vědecká hodnota práce spočívá v doložení technologie silného piva zmrazováním vody, zkoumání vlivu procesu zmrazování piva na jakostní ukazatele hotového nápoje.

Praktický smysl práce. Na základě výzkumu bylo zjištěno, že zahušťování piva procesem zmrazování umožňuje měnit koncentraci chuťových a aromatických látek bez jejich nadměrné ztráty, odstraňuje pouze vodu a ponechává těkavé látky v kapalině.

Podle výsledků studie zákonitost vlivu obsahu alkoholu, sušiny a zkvasitelných cukrů na průměrný rozdělovací koeficient (poměr koncentrace látek ve zbytku ledu k poměru koncentrace rozpuštěné látky v koncentrované kapalině).

Klíčová slova: řemeslné pivo, vodní mražení, vodně-alkoholový extrakt, fyzikální a chemické parametry, organoleptické parametry, hmotnostní podíl alkoholu, hmotnostní podíl sušiny.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИМОРОЖУВАННЯ МІЦНОГО ПИВА (аналітичний огляд)	11
1.1 Класифікація пива	11
1.2 Асортимент крафтового пива	13
1.3 Характеристика сорту Eisbock	26
1.4 Суть процесу виморожування.....	27
1.5 Висновки	28
2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1 Матеріали досліджень	30
2.2 Методи досліджень	33
2.3 Методика досліджень	38
2.4 Оброблення результатів досліджень.....	39
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЦНОГО ПИВА ШЛЯХОМ ЙОГО ВИМОРОЖУВАННЯ	40
(експериментальна частина).....	40
3.1 Вплив концентрації сухих речовин та спирту при виморожуванні пива	41
3.2 Способи виморожування пива.....	42
3.2.1 Безперервний спосіб виморожування пива	43
3.2.2. Періодичний спосіб виморожування пива	45
3.3 Характеристика способів сприйняття смаку і ароматів пива	46
3.3.1 Дегустаційний процес.....	46
3.3.2 Фізико-хімічні показники та сполуки, що утворилися в процесі бродіння при виморожуванні	48
3.4 Висновки	49
4. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ	50
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
6. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	64
ДОДАТКИ	69

					Дослідження та удосконалення технології міцного пива шляхом його виморожування		
змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Разраб.	Матеїч П.В.				Лист.	Лист	Листів
Перевіо.	Куц А.М						
Реценз.					Кафедра БПБВ, 2024		
Н. Контр.							
Затвердив.	Куц А.М.						
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НС	надзвичайний стан
ПРУ	протирадіаційне укриття
СРС	сухі речовини сусла
ЦКБА	циліндрично-конічний бродильний апарат
САGR	сукупний середньорічний темп зростання
ВJCP	Beer Judge Certification Program (програма сертифікації пивного судді)
ІРА	India Pale Ale
АРА	American Pale Ale

ВСТУП

Актуальність проблеми. Розвиток технологій і методів пивоваріння суттєво вплинув на ринок крафтового пива, підвищивши якість, смак і різноманітність доступних продуктів. Сучасні вдосконалення процесів ферментації, такі як використання вдосконалених штамів дріжджів і точний контроль температури, дозволяють пивоварам виробляти більш стійкі та складні смаки. Ці інновації допомагають створювати унікальні профілі пива, які виділяються на переповненому ринку, приваблюючи як ентузіастів, так і нових споживачів, які шукають особливих вражень.

Дослідники відзначають зростання популярності крафтового пива та появу більш незалежних пивоварень, відображає еволюцію споживчих вподобань, особливо серед молодих споживачів. Крафтові пивоварні часто знаходяться в авангарді інновацій, пропонуючи більше смаків і стилів, які особливо подобаються міленіалам і більш молодому поколінню.

Крафтові пивоварні відомі своїм інноваційним та експериментальним підходом до пивоваріння. Вони постійно розширюють межі пивоварних технологій, інгредієнтів та стилів, створюючи нові та захоплюючі смаки, які привертають увагу постійних і нових споживачів.

В роботі розглянуто виробництво пива в стилі Eisbock. Цей стиль пива виготовляється методом заморожування Доппельбока до початку кристалізації води, що дозволяє зосередити смак, тіло та алкоголь. Завдяки цьому процесу, в Eisbock відчувається велика присутність солоду, який балансується високим вмістом алкоголю.

Дослідження, спрямовані на визначення впливу процесу виморожування пива на органолептичні та фізико-хімічні показники пива, які сприятимуть розширенню асортименту та виробництву крафтового пива високої якості.

Метою роботи дослідження та удосконалення технології міцного пива шляхом його виморожування.

Задачі дослідження. Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

- здійснити аналіз способів проведення процесу виморожування пива;
- обґрунтувати способи виморожування пива на крафтовому виробництві;
- дослідити вплив процесу виморожування пива на якісні показники готового напою;
- провести аналіз фізико-хімічних показників готового продукту;
- визначити соціально-економічну ефективність виробництва.
- забезпечити всі необхідні вимоги з охорони праці та цивільного захисту.

Об'єкт дослідження – технологія виморожування для отримання міцного пива.

Предмет дослідження –виморожування трьох зразків різних сортів пива: Witbier, Bitter та Porter

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті написання роботи на основі теоретичних і експериментальних даних було встановлено закономірність впливу вмісту спирту, сухих речовин та зброджуваних цукрів на середній коефіцієнт розподілу.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано періодичний спосіб виморожування для крафтового виробництва, адже він не потребує впровадження громіздкого дороговартісного обладнання. Це дозволяє впровадити дану технологію практично на будь-якому виробництві без додаткових витрат.

Публікації: Отримання концентрованих пивних напоїв технологією виморожування /Дяченко М. , Матеїч П., Куц А., Мукоїд Р. *90 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*. Київ.: НУХТ, 2024 р. Ч. 1. С. 203. https://drive.google.com/file/d/1JAJyNaOB_nyMW3kri987h3jGzW_YsC5r/view

Структура та обсяг роботи. Робота складається з 6 розділів, висновків, списку використаної літератури з 40 найменувань, в тому числі 31 іноземними мовами. Робота виконана на 68 сторінках друкованого тексту розміру А4, містить 6 таблиць і 16 рисунків.

1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИМОРОЖУВАННЯ МІЦНОГО ПИВА (аналітичний огляд)

Згідно з новим звітом дослідницької компанії Technavio, світовий ринок пива наразі перебуває на шляху стабільного зростання і, за оцінками, досягне 148,43 мільярда доларів США між 2024 і 2028 роками. Прогнозується, що протягом цього періоду ринок зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) 3,72%. Це розширення значною мірою зумовлене зростанням попиту в країнах з економікою, що розвивається, та помітною тенденцією до об'єднання та поглинання в галузі. Дослідники відзначають зростання популярності крафтового пива та появу більш незалежних пивоварень, що відображає еволюцію споживчих вподобань, особливо серед молодих споживачів, які досягли дозволеного законом віку вживання алкоголю на місцевих ринках. Ці пивоварні часто знаходяться в авангарді інновацій, пропонуючи більше смаків і стилів, які особливо подобаються міленіалам і більш молодому поколінню [36, 10].

Розвиток технологій і методів пивоваріння суттєво вплинув на ринок крафтового пива, підвищивши якість, смак і різноманітність доступних продуктів. Сучасні вдосконалення процесів ферментації, такі як використання вдосконалених штамів дріжджів і точний контроль температури, дозволяють пивоварам виробляти більш стійкі та складні смаки. Ці інновації допомагають створювати унікальні профілі пива, які виділяються на переповненому ринку, приваблюючи як ентузіастів, так і нових споживачів, які шукають особливих вражень. Багато крафтових пивоварень продають свою продукцію безпосередньо споживачам через крафтові крамниці, пивні паби та онлайн-платформи. Така пряма взаємодія зі споживачами сприяє формуванню почуття спільноти та дозволяє пивоварням створювати базу лояльних клієнтів. Відбувся культурний зсув у бік переваги якості над кількістю, і споживачі дедалі більше зацікавлені в тому, щоб дізнатися про процес виробництва та нюанси різних стилів пива [9]. Крафтові пивоварні часто проводять освітні заходи, фестивалі, дегустації та екскурсії, які задовольняють цей інтерес. Так пивоварня *Beermaster*, що є частиною *Fozzy Group* проводить регулярні екскурсії та відкриті варки, а після відкриття власного пабу залучає продукти крафтових пивоварень у фестивалях цього напрямку. А пивоварня *Mateich Craft Beer* знайомить потенційних споживачів з культурою споживання напою через участь у проєкті *Крафтові Мандрі* та роботах *Марко Черветті* з великим охопленням переглядів [43, 42].

1.1 Класифікація пива

В Україні пиво залежно від кольору виробляють трьох типів: світле, напівтемне та темне, а пшеничне — двох типів: світле та темне (рис. 1.1).



Рис. 1.1 — Класифікація пива України

Говорячи про класифікацію пива, варто звернути увагу на процес бродіння пива. Пиво ділять на сорти низового бродіння (температура бродіння 8...12 °С) і верхового бродіння (температура бродіння 14...25 °С).

Пиво низового бродіння прийнято відносити до лагера, а спосіб його виробництва називається лагерним. Низове бродіння триває досить довго завдяки низьким температурам, однак тривале зброджування сприяє набуттю пивом більш насиченого смаку, що, безумовно, є перевагою такої технології

Верхове бродіння відбувається значно швидше низового, тому і заслужило свою популярність. Найбільш популярні сорти верхового бродіння ель і портер. Найчастіше всі сорти пива верхового бродіння відносять до елю, хоча це не зовсім і вірно [13].

Варто відзначити, що в світі представлені сорти пива спонтанного бродіння — «Ламб'ік». Виробництво пива спонтанного бродіння відбувається без застосування дріжджів і чимось нагадує виробництво вина.

Пиво поділяють за способом обробки на фільтроване та нефільтроване; нефільтроване — на освітлене та неосвітлене; за способом оброблення — на пастеризоване та непастеризоване (рис. 1.2).



Рис. 1.2 — Класифікація пива за способом обробки

Пиво залежно від масової частки спирту, одержаного внаслідок зброджування цукрів охмеленого сусла, поділяють на безалкогольне та слабоалкогольне [14].

1.2 Асортимент крафтового пива

Деякі фахівці настільки губляться у специфічних назвах пива та його категорій, що інколи не розуміють описів конкретних стилів. Тому група ентузіастів створила спеціальний довідник для більш повного ознайомлення з асортиментом крафтового пива. Для найкращого представлення стилю і групи спочатку було обрано назви стилів, далі їх згрупували згідно спільних ознак або регіонів походження.

У довіднику ВІСР при розгляді асортименту пива використовуються специфічні терміни з визначеним змістом: категорія → підкатегорія → стиль. Коли говорять про стилі пива саме підкатегорія є найважливішим маркером — підкатегорія власне означає те саме, що стиль, і визначає головні ознаки пива. Кожен стиль має чітко визначений опис, який є основним інструментом дегустаційної оцінки [6].

Основна категоризація стилів пива. Найзагальніша категоризація пива на основі дріжджів — це сучасне явище, породжене крафтовим рухом.

Американські пивовари та більшість крафтових виробників називають пиво *елем*, якщо воно було зброджено дріжджами верхнього бродіння (елевими), і *лагером*, якщо було використано дріжджі низового бродіння (лагерні).

Більшість підходів до категоризації має ще третю групу, так зване пиво спонтанної ферментації, однак у крафтовій галузі термін «дике» пиво використовується значно ширше: для позначення пива, збродженого за допомогою бактерій та дріжджів, що не належать до сахароміцетів. Термін дике в цьому випадку не означає обов'язково спонтанну ферментацію, у більшість таких зразків бажані штами мікроорганізмів внесені свідомо.

У Німеччині та інших старосвітських пивоварних осередках пиво, в основному, поділяють на пиво верхнього або низового бродіння. Німці вважають ель типом англійського пива, а лагер — способом витримки. Тому німецький пивовар назве пиво Kölsch лагерним пивом верхнього бродіння, а не елем [14].

Британські пивовари, особливо в історичному контексті, можуть відділяти елі від портерів і стаутів, і, й оком не кліпнувши, скажуть, що немає різниці між портерами і стаутами. Якщо заглиблюватися в історію ще далі, то на їхню думку ель і пиво — то різні речі, оскільки пиво охмелювали (чи охмелювали більше), на відміну від елю. Ці історичні подробиці важливі для розуміння стародавніх рецептів і записів про пиво, але практично не мають стосунку до сучасної категоризації.

Спільні ознаки всіх стилів. Вважається, що певні ознаки, а саме смак, аромат, зовнішній вигляд та консистенція будуть притаманні кожному пиву, за винятком окремо описаних випадків. Тому не обов'язково повторювати всі ці речі в кожному

стильовому описі. Але це не означає, що коли будь яка риса (наприклад, діацетил) не згадана в описі, то вона є припустимою.

Крім деяких випадків, очікується, що всі пивні стилі мають бути чисто збродженим, без технічних вад, що включають ацетальдегід, в'язучу терпкість, хлорфеноли, діацетил, ДМС, сивушні спирти, феноли. Так само очікується, що в жодному стилі не буде вад пакування і зберігання, як от окиснення, скисання, затхлість [2].

Що стосується консистенції: у жодному пиві не повинно бути терпкого в'язучого відчуття, кремовості або будь-яких інших тактильних відчуттів, якщо вони не зазначені прямим текстом. У пиві з вмістом алкоголю менше 6 %, цей алкоголь не повинен відчуватися на смак чи зігрівати, якщо не зазначено іншого. Міцніше пиво не повинно мати проявів різкого, пекучого чи пекучого спиртового відчуття. Якщо алкоголь помітний, то він має бути чистим, без сивушних спиртів.

Лагери зазвичай м'які, чисті, позбавлені етерів, але можуть мати незначні сірчані ноти, спричинені дріжджами, цей запах часто дуже легкий. Стилi, в засипу яких є багато пльзенського солоду, можуть мати незначну кількість ДМС, це не вада, але і не обов'язкова риса. Хибним буде вважати, що в таких випадках перехід від незначної до помітної кількості сірки і/чи ДМС є позитивною рисою.

Використання певних традиційних складників часто впливатиме на смак і аромат, і в одних випадках це буде вагою, в інших — прийнятними, але не обов'язковими елементами. Якщо прямо не зазначено іншого, у лагерах не повинно бути жодної фруктовості (етерів).

Елі зазвичай не такі рівні, як лагери, і можуть мати певні етери — це не обов'язково, але й недоліком не вважається [13].

Відповідно до довідника BJCP, виділяють наступні категорії пива:

1. Типове американське пиво

1А. Американський легкий лагер (American Light Lager)

1В. Американський Лагер (American Lager)

1С. Крем ель (Cream Ale)

1D. Американське пшеничне пиво (American Wheat Beer)

2. Міжнародний лагер (International Lager)

2А. Міжнародний світлий лагер (International Lager)

2В. Міжнародний бурштиновий лагер

2С. Міжнародний темний лагер

3. Чеський лагер

3А. Світлий чеський лагер

3В. Чеський преміальний світлий лагер

3С. Чеський бурштиновий лагер

3D. Темний чеський лагер

4. Світлий солодовий європейський

- 4А. Мюнхенський хелес
- 4В. Фестбір
- 4С. Світлий бок

5. Світле гірке європейське пиво

- 5А. Німецький ляхтбір
- 5В. Кельш
- 5С. Німецький експортний хелес
- 5D. Німецький пілз

6. Бурштиновий солодовий європейський лагер

- 6А. Мерцен
- 6В. Раухбір
- 6С. Темний бок

7. Бурштинове гірке європейське пиво

- 7А. Віденський лагер (Vienna Lager)
- 7В. Альтбір
- 7С. Келербір
- Світлий келербір: (Pale Kellerbier)
- Келербір: бурштиновий келербір

8. Темні європейські лагери

- 8А. Мюнхенський дункель
- 8В. Шварцбір

9. Міцне європейське пиво

- 9А. Допельбок
- 9В. Айсбок
- 9С. Балтійський портер

10. Німецьке пшеничне пиво

- 10А. Вайсбір
- 10В. Дунклес вайсбір
- 10С. Вайценбок

11. Британський бітер

- 11А. Звичайний бітер
- 11В. Бест бітер
- 11С. Стронг бітер

12. Світле пиво країн Співдружності націй

- 12А. Британський голден ель
- 12В. Австралійський ігристий ель
- 12С. Англійський ІРА

13. Брунатне британське пиво

- 13А. Темний майлд
- 13В. Британський брунатний ель
- 13С. Англійський портер

14. Шотландський ель

- 14А. Шотландське легке
- 14В. Шотландське міцне
- 14С. Шотландське експортне

15. Ірландське пиво

- 15А. Ірландський червоний ель
- 15В. Ірландський стаут
- 15С. Ірландський екстра стаут

16. Темне британське пиво

- 16А. Солодкий стаут
- 16В. Вівсяний стаут
- 16С. Тропічний стаут
- 16D. Іноземний екстра стаут

17. Міцні британські елі

- 17А. Британський міцний ель
- 17А. Бертонський ель
- 17В. Олд ель
- 17С. Ві хеві
- 17D. Англійський барлівайн

18. Світлі американські елі

- 18А. Блонд Ель
- 18В. Американський світлий ель

19. Бурштинове і брунатне американське пиво

- 19А. Американський бурштиновий ель
- 19В. Каліфорнія комон
- 19С. Американський брунатний ель

20. Американські портер і стаут

- 20А. Американський портер
- 20В. Американський стаут
- 20С. Імперський стаут

21. IPA

- 21А. Американський IPA
- 21В. Спеціальний IPA
- Спеціальний IPA: бельгійський
- Спеціальний IPA: чорний
- Спеціальний IPA: брунатний

Спеціальний IPA: Нью-Інгленд IPA

Спеціальний IPA: червоний

Спеціальний IPA: житній

Спеціальний IPA: білий

22. Міцний американський ель

22A. Подвійний IPA

22B. Американський міцний ель

22C. Американський барлівайн

22D. Вітвайн

23. Європейські кислі елі

23A. Берлінер вайсе

23B. Фламандський червоний ель

23C. Од бройн

23D. Ламбік

23E. Гъоз

23F. Фруктовий ламбік

24. Бельгійський ель

24A. Вітбір

24B. Бельгійський світлий ель

24C. Б'єр де гард

25. Міцний бельгійський ель

25A. Бельгійський блонд ель

25B. Сезон

25C. Бельгійський міцний голден ель

26. Трапістичний ель

26A. Трапістичний сингл

26B. Бельгійський дюбл

26C. Бельгійський трипл

26D. Бельгійський темний міцний ель

27. Історичне пиво

Історичний стиль: гозе

Історичний стиль: кентукі комон

Історичне пиво: ліхтенхайнер

Історичний стиль: лондонський брунатний ель

Історичний стиль: пиво ґродзиське

Історичний стиль: лагер епохи до Сухого закону

Історичний стиль: портер епохи до Сухого закону

Історичний стиль: роґгенбір

Історичний стиль: сахті

28. Американський дикий ель

- 28А. Пиво з бретами
- 28В. Кисле пиво змішаного бродіння
- 28С. Дике спеціальне пиво

29. Фруктове пиво

- 29А. Фруктове пиво
- 29В. Пиво з фруктами і спеціями
- 29С. Спеціальне фруктове пиво

30. Пиво зі спеціями

- 30А. Пиво зі спеціями, травами чи овочами
- 30В. Осіннє сезонне пиво
- 30С. Зимове сезонне пиво

31. Пиво з альтернативними джерелами зброджуваних цукрі

- 31В. Пиво з альтернативним цукром

32. Димне пиво

- 32А. Класичне димне пиво
- 32В. Спеціальне димне пиво

33. Пиво витримане на дереві

- 33А. Витримане на дереві пиво
- 33В. Спеціальне пиво, витримане у дереві

34. Спеціальне пиво

- 34А. Клони
- 34В. Пиво змішаного стилю
- 34С. Експериментальне пиво

Розглянемо деякі найпоширеніше категорії пива.

1. Типове американське пиво (Standard American Beer). Ця категорія описує звичайне американське пиво, що користується широкою популярністю серед усіх верств населення. До неї входять як елі, так і лагери. Пиво цієї категорії зазвичай не має якогось глибокого смаку і аромату, неагресивне і зрозуміле. Елі цієї категорії типово скидаються на лагери або створені з метою стати перехідним пивом для людей, що споживають масмаркетові лагери.

1А. Американський легкий лагер (American Light Lager).

Загальне враження: дуже карбонізований, майже позбавлений смаку лагер з напрочуд легким тілом, призначений до споживання дуже холодним. Прекрасно освіжає і втамовує спрагу.

Аромат: солодовий аромат дуже легкий або відсутній, якщо є, то може сприйматися як зерновий, солодкуватий або з легкими нотами кукурудзи. Хмелевий аромат ледь помітний, проявляється прямими чи квітковими нотами, або взагалі відсутній. Незначна проява дріжджового характеру (зокрема легка яблучна

фруктовість) не вважається вадюю, хоча бажаним є чистий профіль бродіння. Припустима незначна кількість ДМС.

Вигляд: колір від дуже світлого солом'яного до блідо-жовтого. Біла піна рідко буває тривалою. Дуже прозорий.

Смак: досить нейтральний, з хрустким і свіжим післясмаком. Завдяки низькому рівню гіркоти, можуть відчуватися зернові чи кукурудзяні ноти у незначних чи дуже незначних кількостях, і створювати враження солодкості. Хмелеві ноти коливаються від повної відсутності до малопомітного рівня, можуть бути квітковими, пряними, трав'янистими (проте дуже рідко настільки яскраві, щоб визначити їх характер). Хмелева гіркота від низької до дуже низької. Баланс може коливатися від дещо солодового до ледь гіркого, але більш-менш нейтральний. Висока карбонізація може підкреслювати хрусткість сухого післясмаку. Чистий лагерний профіль бродіння.

Консистенція: дуже легке (інколи водянисте) тіло. Дуже висока карбонізація, трохи пощипує за язик [6, 13].

1В. Американський Лагер (American Lager).

Загальне враження: дуже світлий, висококарбонізований, легкотілий, добре виброджений лагер з нейтральним смаковим профілем і помірною гіркотою. Коли подається дуже холодним, добре освіжає і втамовує спрагу.

Аромат: солодовий аромат дуже легкий або відсутній, якщо є, то може сприйматися як зерновий, солодкавий або з легкими нотами кукурудзи. Хмелевий аромат ледь помітний, проявляється пряними чи квітковими нотами, або взагалі відсутній. Незначна проява дріжджового характеру (зокрема легкі яблучні ноти) не вважається вадюю, хоча бажаним є чистий профіль бродіння. Незначна кількість ДМС теж не є вадюю.

Вигляд: колір від дуже світлого солом'яного до блідо-жовтого. Біла піна рідко буває тривалою. Дуже прозорий.

Смак: досить нейтральний, з хрустким і свіжим післясмаком. Завдяки низькому рівню гіркоти, можуть відчуватися зернові чи кукурудзяні ноти у незначних чи дуже незначних кількостях, і створювати враження солодкості. Хмелеві ноти коливаються від повної відсутності до помірно низького рівня, можуть бути квітковими, пряними, трав'янистими (проте дуже рідко настільки яскраві, щоб визначити їх характер). Хмелева гіркота від помірно-низької до низької. Баланс може коливатися від дещо солодового до ледь гіркого, але більш-менш нейтральний. Висока карбонізація може підкреслювати хрусткість сухого післясмаку. Чистий лагерний профіль бродіння.

Консистенція: тіло від легкого до середньо-легкого. Дуже висока карбонізація, трохи пощипує за язик [14].

10. Німецьке пшеничне пиво. До цієї категорії належать німецькі сорти пива

міцності фольбір (vollbier) і штаркбір (starkbier) і світлі, і темні, не кислі.

10А. Вайсбір (Weissbier/біле пиво).

Загальне враження: світле, освіжаюче німецьке пшеничне пиво з високою карбонізацією, сухим фінішом, вершковою консистенцією і виразним бананово-гвоздичним дріжджовим профілем.

Аромат: фенольний (зазвичай гвоздика) і ефірний (типово — банан) профіль від середньої до високої інтенсивності. Баланс та інтенсивність фенольної та ефірної складових може коливатися, але найкращі зразки досить збалансовані і виразні. Хмелевий аромат від незначного до повністю відсутнього. Може бути помітним пшеничний аромат (сприймається як хлібний чи зерновий) інтенсивністю від легкої до помірної, але інші солоди проявлятися не повинні. Можлива, але необов'язкова, певна ванільність, від незначної до помірної, і/або ледь відчутний аромат жувальної гумки. Жоден з цих імовірних ароматів не повинен бути надміру виразним чи переважати, а лише додавати шарів загальній картині і балансу.

Вигляд: колір від світло-солом'яного до золотого. Дуже густа, подібна до збитих вершків, тривала біла піна. Високий вміст білку в пшениці впливає на непрозорість нефільтрованого пива, хоча рівень цієї непрозорості може бути різним.

Смак: бананово-гвоздичний з інтенсивністю від низької до помірно насиченої. Баланс та інтенсивність фенольної та ефірної складових може коливатися, але найкращі зразки досить збалансовані і виразні. Можлива, але необов'язкова певна ванільність, від незначної до помірної, і/або ледь відчутні ноти жувальної гумки, які підкреслюють банановий смак і аромат, солодкість та округлість, але жоден зі згаданих смаків не повинен переважати. М'який, хлібний чи зерновий профіль пшениці або ледь відчутний зерново-солодкий солодовий відтінок можуть доповнювати загальний смак. Хмелевий смак або дуже незначний, або зовсім відсутній, хмелева гіркота або незначна або помірна. Округлий, насичений профіль має відносно сухий фініш. Відчуття солодкості більше створюється відсутністю хмелевої гіркоти ніж залишковими цукрами. Солодкий чи важкий фінал значно погіршує питкість цього пива.

Консистенція: тіло від середньо-легкого до середнього, ніколи не важке. Дріжджі у зависі можуть додавати відчуття тіла. Пшенична текстура створює відчуття вершковості, кремовості, яка переходить у легкий, шипучий фініш, який підтримує висока і дуже висока карбонізація. Завжди ігристе [6, 14].

10С. Вайценбок (Weizenbock / пшеничний бок).

Загальне враження: міцний, солодовий, фруктовий, пшеничний ель, що поєднує в собі найкращі солодові і дріжджові риси світлого чи темного вайсбіра (weissbier) і солодове різноманіття, міць і тіло темного бока чи допельбока (Dunkles Bock/Doppelbock).

Аромат: багатий солодовий характер інтенсивністю від середньо-високої до

високої, з дуже помітними хлібно-зерновими пшеничними відтінками. Світлі версії матимуть хлібно-тостовий напрям ароматики, а темні — глибший, розмаїтіший солодовий профіль і значні прояви продуктів реакції Майяра. Солодові ноти подібні до світлого бока у світлих версій (зерновий-солодкий, легка підсмаженість) чи темного бока у темних відповідно (хлібно-солодовий, сильно підсмажений, можлива карамель). Дріжджі надають типові для вайценів бананові і пряні (гвоздика, ваніль) відтінки, які можуть бути від помірно-низької до середньо-високої інтенсивності. Темні версії, особливо витримані, не позбавлені певних сухо-фруктових ароматів (сливи, чорнослив, виноград, родзинки). Алкоголь в ароматі прийнятний від незначного до помірного, але не повинен бити в ніс чи переходити в розчинник. Хмелевий аромат відсутній. Солодові, дріжджові і алкогольні ноти переплітаються у складне та спокливе мереживо.

Вигляд: існують світлі і темні версії, перші переважно від світло-золотого до світло-бурштинового кольору, другі — від темно-бурштинового до темного рубіново-брунатного. Дуже густа, кремоподібна, тривка піна біла чи рудувата у світлих версій чи кавова у темних. Високий вміст білку в пшениці робить це традиційно нефільтроване пиво непрозорим, хоча рівень цієї мутності буває різним. Дріжджі у зависі теж посилюють непрозорість.

Смак: подібний до аромату, багатий солодовий характер інтенсивністю від середньо-високої до високої, з дуже помітними хлібно-зерновими пшеничними відтінками. Світлі версії матимуть хлібно-тостовий смак, а темні — глибший, розмаїтніший солодовий профіль і значні прояви продуктів реакції Майяра, можливо, карамельні відтінки. Бананові і пряні (гвоздика, ваніль) дріжджові відтінки інтенсивності від незначної до помірної інтенсивності. Темні версії, особливо витримані, мають деякі сухофруктові ноти (сливи, чорнослив, виноград, родзинки). У темних версіях також можливий легкий шоколадний (але не палений) присмак. Хмелевий смак відсутній. Незначна хмелева гіркота може створювати солодке враження, але це пиво зазвичай має сухий фінал, подеколи посилюваний незначними проявами алкоголю. Солодові, дріжджові і алкогольні ноти створюють складний і цікавий профіль, який з віком може ставати інтенсивнішим.

Консистенція: середньо повнотіле чи повнотіле. Типовою є вершкова, кремоподібна текстура, значний вміст алкоголю м'яко зігріває. Карбонізація від помірної до високої [6].

15. Ірландське пиво (Irish beer). Ця категорія охоплює традиційне пиво Ірландії: верхового бродіння, помірного чи трохи вищого вмісту спирту, що має забарвлення від бурштинового до темного, і яке часто-густо не до кінця розуміють через розбіжності з експортними версіями або через те, що асоціюють з ірландським лише продукцію великих, знаних виробників. Кожен зі стилів цієї групи значно ширший, ніж зазвичай вважають.

15B. Ірландський стаут (Irish Stout).

Загальне враження: чорне пиво з виразним паленим профілем, часто подібним до кави. Баланс коливається від досить нейтрального до пристойно гіркого, більш збалансовані версії мають навіть незначну солодову солодкість, і гіркі — досить сухі. Розливні версії зазвичай кремові, оскільки подаються під азотом, але пляшкове пиво не матиме цієї ознаки. Палені відтінки коливаються від кавових до шоколадних.

Аромат: зазвичай переважає кавоподібний аромат, з можливими відтінками темного шоколаду, какао і/чи паленого зерна на фоні. Ефіри або відсутні, або помірно-незначні. Хмелевий аромат якщо є, то ледь помітний землястий чи квітковий, але зазвичай відсутній. Вигляд: від темно-брунатного до чорнильно-чорного, з рубіновими полисками. Згідно з відомим твердженням пивоварні «Guinness» може видаватися чорним, але насправді це дуже темний відтінок рубінового Непрозорий. Густа, стійка кремова піна, кольору від кавового до брунатного є типовою для розливних версій, що подаються під азотом, але не очікуйте такої щільної піни від пляшкової версії.

Смак: поєднання помірно паленого зернового чи солодового смаку з хмелевою гіркотою від середньої до високої інтенсивності. Фініш може бути як сухим і кавоподібним, так і помірно збалансованим з нотками карамелі чи солодової солодкості. Цьому стилю притаманні кавоподібні смаки, але не винятком буде відтінок гіркого шоколаду, який триває і в післясмаку. Балансу додає певна кремовість, фруктовість (незначна, якщо є) і незначний хмелевий смак, якщо присутній, то часто землястий. Рівень хмелевої гіркоти може бути різним, так само як і паленість і сухість в фіналі.

Консистенція: тіло від помірно-легкого до помірно-повного, з певної кремовістю (зокрема, у випадку подачі під азотом). Карбонізація від низької до помірної. Як на високу хмелеву гіркоту і велику частину темного солоду, пиво лишається винятково округлим. Легка терпкість від паленого зерна можлива, але різка — небажана [13].

16. Темне британське пиво (Dark British Beer). До цієї категорії входить пиво з міцністю від середньої до високої, як гірке, так і солодке, сучасні британські та ірландські стаути, які з'явилися в Англії, навіть якщо деякі з них зараз більше асоціюють з Ірландією. У цьому випадку «британське» означає не Велику Британію, а ширшу територію Британських островів.

16A. Солодкий стаут (Sweet Stout).

Загальне враження: дуже темний, солодкий, повнотілий ель з легкими натяками на паленість, що наводить на думку про каву з вершками чи підсолоджений еспreso.

Аромат: м'який аромат паленого зерна, інколи з нотами кави і/чи шоколаду. Часто присутня солодкість, подібна до вершків. Фруктовість від незначної до

помірно-високої. Діацетил відсутній чи дуже незначний. Хмелевий аромат якщо є, то дуже помірний, квітковий чи земляний. Вигляд: колір від дуже темного брунатного до чорного. Може бути непрозорим (в інших випадках має бути без мутності). Кремова піна, забарвленням від рудуватого до кавового.

Смак: переважають темні палені солоди/зерно з кавовим чи шоколадним профілем. Хмелева гіркота помірна. Паленому характеру і хмелевій гіркоті протистоїть солодкість від середньої до насиченої і тягнеться у фінал смаку. Фруктові ефіри від незначних до помірних. Діацетил відсутній чи в малих кількостях. Баланс між паленістю і солодкістю може бути різним, від досить солодкого до помірно сухого і дещо паленого.

Консистенція: тіло від середнього до повного і вершково округлого. Карбонізація від низької до помірної. Висока залишкова солодкість від незброджуваних цукрів підвищує відчуття повнотілості [13,14].

20. Американські портер і стаут (American Porter and Stout). Ці сорти — нащадки британських пращурів, повністю трансформовані американськими крафтовиками. В цілому, вони потужніші, міцніші, більш палені, більш охмелені, ніж англійські родичі. Зібрані в одну категорію через подібність історії і смако-ароматичного профілю.

20А. Американський портер (American Porter).

Загальне враження: досить повнотіле, солодове темне пиво зі складним і виразним темно-солодовим характером.

Аромат: відтінки темних солодів від середньо-легкої до середньо-потужної інтенсивності, часто з незначними горілими відтінками. Опційними будуть інші солодові ноти на підтримці: зернові, хлібні, ірисові, карамельні, шоколадні, кавові, і/ чи солодкі. Хмелевий аромат від незначного до інтенсивного, часто смолистий, земляний чи квітковий. Може бути з холодним охмеленням. Фруктові ефіри відсутні чи помірні. Вигляд: колір від брунатного до дуже темного брунатного, часто з рубіновими чи гранатовими полисками. Може бути майже чорним. Такий темний колір ускладнює оцінку прозорості, але якщо мутність відсутня, то під прямим світлом пиво переважно прозоре. Пишна, кавова піна з непоганою стійкістю.

Смак: помірно насичений солодовий смак, зазвичай з легкими горілими відтінками, а подеколи і шоколадними і/чи кавовими, з натяками на зернисту, темно-солодову сухість у фіналі. Загальний профіль може коливатися від сухого до помірно-солодкого. Може бути присутня певна різкість від палених солодів, але пиво не повинно бути надміру горілим чи дряпати горло. Гіркота від середньої до високої, темний солод може її посилювати. Хмелевий смак від незначного до виразного, смолистий, земляний чи квітковий, балансує солод. Хміль і солод не повинні входити в дисонанс. Версії з сухим охмеленням можуть мати смолистий присмак. Фруктові ефіри від відсутніх до помірних.

Консистенція: тіло від середнього до середньо-повного. Карбонізація від помірно низької до помірно високої. Міцніші версії можуть легко зігрівати алкоголем. Певна легка терпкість від темних солодів припустима, але вона не повинна бути надто виразною [14].

21. IPA. Ця категорія охоплює сучасні американські IPA та їхні похідні. Це не означає, що англійські IPA не є дійсними IPA чи ніяк не пов'язані з американськими. Англійські IPA згруповані з іншими англійськими стилями, а міцніші подвійні IPA (Double IPA) входять до групи міцного американського пива. Термін IPA спеціально не розшифровується як індійський світлий ель (India Pale Ale), оскільки жодне з цих пив історично до Індії не плавало, і багато з них не світлого кольору. Однак, термін IPA в сучасному крафтовому пиві більше став визначенням балансу.

21А. Американський IPA (American IPA).

Загальне враження: виразно охмелений і гіркий, американський світлий ель помірно міцності, з американськими чи новосвітськими хмелями. Баланс схиляється в бік хмелю, з чистим профілем бродіння, досить сухим фіналом, чистою солодовою базою, яка підтримує і не перебиває хміль.

Аромат: хмелевий, від виразного до інтенсивного, і демонструє типові профілі американських чи новосвітських хмелів, як от цитрусовий, квітковий, ялиновий, смоляний, пряний, тропічних фруктів, кісточкових, ягідний, динний тощо. Завдяки холодному охмеленню багато зразків мають додатковий свіжий хмелевий аромат, це бажано, але необов'язково. Трав'янистість, якщо присутня, повинна бути мінімальною. На фоні може проявлятися чистий зерново-солодовий аромат з інтенсивністю від незначної до середньо-помірної. Деякі версії можуть мати певну фруктовість (від дріжджів), хоча нейтральний профіль бродіння теж прийнятний. Не будуть вадою стримані алкогольні ноти, але їхня проява в ідеалі теж мінімальна. Доречним буде будь-який новосвітський чи американський хмелевий профіль, постійно з'являються нові сорти хмелю, і це не повинно обмежувати стиль.

Вигляд: колір коливається від золотого до світлого червонувато-бурштинового. Має бути прозорим, хоча нефільтровані версії з холодним охмеленням можуть бути трохи мутнуватими. Піна середня, біла чи рудувата, з хорошою тривкістю.

Смак: хмелевий з інтенсивністю від середньої до дуже високої, повинен мати новосвітський чи американський характер, цитрусовий, квітковий, ялиновий, смоляний, пряний, тропічних фруктів, кісточкових, ягідний, динний, тощо. Хмелева гіркота від середньо-високої до дуже високої. Солодовий смак від незначного до середньо-низького, переважно чистий, хоча дуже легка карамельність чи тостовість буде прийнятною. Ледь помітна фруктовість, похідна від роботи дріжджів, не буде вадою, хоча і не є обов'язковою ознакою стилю. Фініш від сухого до помірно-сухого, залишкова солодкість має бути відсутньою чи дуже незначною. Хмелеві гіркота і смак можуть тривати й у післясмаку, але не повинні бути різкими. У міцніших

версіях можуть проявлятися дуже легкі, чисті алкогольні ноти. Припустима ледь відчутна сірчаність, але більшість зразків її не мають.

Консистенція: тіло середньо-легке чи середнє, текстура м'яка. Карбонізація від середньої до середньо-високої. В'язуча хмелева терпкість буде невеликою. Не буде помилкою дуже легкий алкогольний відтінок, який не заважає загальному балансу [6].

23. Європейські кислі елі (European Sour Ale). До цієї категорії входять традиційні кислі пивні стилі Європи, що й досі виробляються, переважно (але не винятково) з використанням пшениці. Більшість з них має низьку гіркоту, замість хмелевої гіркоти в ролі балансує елемента виступає кислота. Деякі з цих стилів підсолоджують або надають додаткового смаку, або під час виробництва, або під час подачі.

23D. Ламб'ік (Lambic).

Загальне враження: досить сухе, часто «з душком» бельгійське пшеничне пиво, в якому балансом замість хмелевої гіркоти виступає кислотність. Згідно традиції, це пиво зварене в районі Брюсселя, зі спонтанним бродінням, подається некарбонізованим; освіжаюча кислінка робить його чудовим напоєм для посиденьок в кафе.

Аромат: у молодих зразків виразно кислий, з віком зменшується і набуває відтінків, які описують як аромат хліва, землистий, козячий, сіна, кінський, конячої попони. Легкий цитрусовий аромат вважається гарною ознакою. Небажаними є кишковий, димний, тютюновий і сирний відтінки. Старші зразки часто фруктові з нотами яблук чи навіть меду. Хмелевий аромат відсутній.

Вигляд: колір від блідо-жовтого до насиченого золотого, з віком темнішає. Прозорість від хорошої до мутної. Молоді версії часто мутнуваті, старші зазвичай прозорі. Піна біла і нестійка.

Смак: молоді зразки часто мають виразний молочнокислий профіль, але витримка робить їх більш характерними, з балансом солоду, пшениці та ароматів «ферми». Фруктові ноти в молодих версіях досить прості, і стають складнішими з віком, нагадують яблука чи інші легкі фрукти, ревінь чи мед. Подеколи проявляються і є бажаними цитрусові відтінки (часто грейпфрутові). Вадю будуть кишкові, димні, тютюнові ноти. Хмелева гіркота або дуже незначна, або відсутня, в цілому непомітна. Баланс забезпечує кислота. Фінал зазвичай сухий. Хмелевого смаку немає.

Консистенція: тіло від легкого до середньо-легкого. Не дивлячись на низьку кінцеву щільність, багатство смаку дозволяє пиву не бути водянистим. На практиці, ламб'іки сухішають з віком, тому їхня сухість є досить чітким показником віку. Кислотність від середньої до високої, трохи в'яже, але не має різкої терпкості. Традиційні версії практично повністю тихі і негазовані, версії у пляшках з

витримкою можуть набирати помірну карбонізацію [14].

1.3 Характеристика сорту Eisbock

Крафтові пивоварні відомі своїм інноваційним та експериментальним підходом до пивоваріння. Вони постійно розширюють межі пивоварних технологій, інгредієнтів та стилів, створюючи нові та захоплюючі смаки, які привертають увагу постійних і нових споживачів. Локальні невеликі броварні, такі як Mateich Craft Beer, розташована в м. Ірпінь, сприяють розширенню кола потенційних споживачів і підвищенню культури знання та споживання пива, створюючи нові продукти для ринку нашої країни. Так в цій роботі розглянуто виробництво пивоварнею пива в стилі eisbock.

ВІСР класифікує стиль пива eisbock як «Міцне європейське пиво», і його можна знайти в їхніх рекомендаціях як категорію 9В. До цієї категорії відносяться такі схожі стилі пива, як Доппельбок (9А) та Балтійський портер (9С). Цей стиль пива виготовляється методом заморожування Доппельбока, до початку кристалізації води, що дозволяє зосередити смак, тіло та алкоголь. Завдяки цьому процесу, в Eisbock відчувається велика присутність солоду, який балансується високим вмістом алкоголю [14].

Походження: як і багато чудових відкриттів, створення айсбоку було випадковістю. Згідно з легендою, з'явилося це пиво в 1890-х роках на броварні Reichelbräu (зараз вона носить ім'я Kulmbach Brewery). Своєму народженню стиль завдячує розсіяності молодого помічника пивовара, який в один з холодних осінніх вечорів забув закотити бочку з пивом бок з вулиці до підвалу. Вночі вдарив мороз, і пиво в бочці скував лід, та так, що один з ободів ємності лопнув, а темна густа рідина впереміж з крижаною крихтою стала сочитися крізь тріщину, яка утворилася в деревині. Вранці, виявивши це, пивовар розлютився, однак перед цим скуштував пиво, щоб зрозуміти, чи можна врятувати його. На подив пивовара пиво, що залишилося під льодом, стало вражаюче смачним! Більшість води замерзла, а спирт – ні. В результаті чого напій став концентрованим, схожим на дорогий лікер, набув особливої насолоди і отримав додаткову міцність [6,13].

Цікаво, що цей айсбок не згадується в жодній з тогочасних німецьких пивоварних книг. Лише історія самої пивоварні зберігає відомості про легендарний Kulmbacher Eisbock, який отримав друге ім'я Bayerisch G'forns, тобто «Баварське морозиво». До речі, досі це один із небагатьох доступних сортів пива цього стилю.

Колір: 18...30 SRM. Діапазон від червонувато-мідного до темно-коричневого з рубіновими відблисками. Пиво має чудову прозорість.

Піна: Помірна стійкість, брудно-біла або кольору слонової кістки. Часто пиво залишає на стінках келиха «ніжки» (подібно до деякого вина).

Аромат: Демонструє помітну присутність алкоголю, але ніколи не має бути

різким. Хмелевої складової немає. У пива чіткий солодовий характер, який проявляється нотами підсмаженого хліба, карамелі, фруктів.

Смак: Чистий, насичений солодким солодом, із вираженою присутністю алкоголю. Солод грає нотами тостів, карамелі, натяками на шоколад та сухофрукти (родзинки, чорнослив). Хміль не проявляє себе у смаку, лише м'яка хмелева гіркота збалансовує солодову солодкість, не даючи напою стати приторним.

Післясмак: Солодовий. Алкоголь може створити відчуття сухості післясмаку, яке ніколи не повинно бути сиропоподібним або надто солодким.

Відчуття у роті: Тіло повне або дуже повне. Карбонізація низька. Алкоголь м'який, зігріваючий, не пекучий.

Гіркота: 25...35 IBU.

Міцність: 9...14 %.

Температура подачі: 12...15 °C. Важливо: після виморожування часто потрібно тривале холодне дозрівання. За кілька років, проведених у пляшці, пиво «дорослішає», пом'якшується його різкий алкогольний смак [14].

1.4 Суть процесу виморожування

Появу льодового пива пов'язують з Північною Америкою, де пивовари намагалися створити аналог німецького Айсбока. Айсбок є міцним лагером, що виникає в процесі заморожування звичайного пива та відділення льоду від концентрованого спиртовмісного розчину.

Початкова технологія виробництва льодового пива передбачала виморожування готового пива. Поступове заморожування давало змогу відокремити воду від більш концентрованої рідкої фракції з вищим вмістом спирту. Таким чином, кінцевий продукт мав підвищену міцність [20].

Наразі льодове пиво виробляється на багатьох національних пивних ринках світу, хоча найбільшою популярністю продовжує користуватися у США та Канаді. Північноамериканський аналог Eisbock зазвичай відрізняється від інших світлических лагерів з підвищеним вмістом алкоголю, що досягається виморожуванням вологи. Проте сорт пива не обов'язково характеризується підвищеною міцністю. На північноамериканському ринку підкреслюється не підвищення міцності пива в процесі виморожування, а пом'якшення його смакових якостей. У деяких випадках виробники навіть повертають оригінальний рівень вмісту алкоголю шляхом додавання води до пива, яке пройшло процес виморожування.

На відміну від німецького Айсбока, який виготовляється за аналогічним принципом, однак з й без того міцного пива, і тому має вміст алкоголю на рівні 10 %, класичне американське льодове пиво виробляється з легких лагерів, вміст алкоголю в яких шляхом виморожування збільшується з 4,5...5,0 % до 5,0...6,5 % [22, 28].

На інших ринках також нерідко саме м'якість смаку визначається головною характерною рисою льодового пива. У деяких випадках міцність льодового пива взагалі виявляється меншою за міцність інших лагерів тієї ж торговельної марки, зокрема льодове пиво німецької торговельної марки Beck's має вміст алкоголю на рівні усього 2,5 %. Завдяки пом'якшеному смаку льодового пива саме цей сорт пива нерідко стає основою для створення ароматизованих різновидів пива, які пропонуються ринку деякими виробниками.

Технологія виморожування пива — це метод, який дозволяє зменшити вміст води в пиві, не втрачаючи основних смакових і ароматичних компонентів. Процес відбувається шляхом замороження слабкого пива при низьких температурах, що дозволяє воді, яка замерзає при вищій температурі, відділятися від залишків складових, таких як спирти, поліфеноли, аромати.

Після замороження замерзла вода видаляється, а решта рідини, яка містить більшу частину смакових та ароматичних речовин, стає більш концентрованою. Це дозволяє отримати пиво з посиленням смаком і ароматом, при цьому значно зменшивши вміст води, але не знижуючи концентрацію активних компонентів, таких як ефіри, фенольні сполуки та інші леткі речовини, що відповідають, за смак та аромат готового напою [14, 36].

Виморожування пива дозволяє створювати нові типи пива з більш інтенсивними смаковими профілями, зокрема з підвищеним вмістом алкоголю та покращеними ароматичними властивостями.

Виробництво пива шляхом виморожування води умовно можна розділити на два способи: безперервний і періодичний. Перший метод передбачає використання спеціальних установок, які інтегруються в системи великих підприємств та є дорогі вартісними. Періодичний метод більше підходить для невеликих крафтових виробництв або виробництва малих партій пива, де встановлення великого та дорогого обладнання не є економічно обґрунтованим.

Система безперервного способу розроблена для застосування переважно з метою отримання екстрактів соків або кави, рекомендовано застосовувати на великих виробництвах, через дорогу вартість обладнання [25,29, 34].

Періодичний спосіб виморожування використовує вже існуюче обладнання, ЦКБА з сорочкою охолодження. При формуванні шар льоду певної товщини, пиво перекачують в інше ЦКБА з повторним наповненням і замороженням, поки не отримають напівпродукт необхідних кондицій, а розтанувший лід викачують [44].

1.5 Висновки

Крафтове пивоваріння являє собою виробництво з потужністю до 30 000 дал пива на рік. Такі пивоварні виготовляють оригінальне пиво, в тому числі з використанням нетрадиційної сировини та спеціальних технологій.

Сучасний ринок українського пивного крафту стрімко зростає завдяки виготовленню незвичних сортів пива для споживача. Це досягається впровадженням нових технологій виробництва, що дають змогу створювати унікальні і нові для нашого ринку стилі пива.

Так використання інноваційних підходів у галузі є важливою частиною виробництва сконцентрованого пива способом виморожування води. Дослідження і робота над цим методом дозволяє отримати ще молодий для українського крафту продукт та стати одними з інноваторів на ринку.

Мета роботи — дослідження та удосконалення технології для виготовлення пива способом його концентрування виморожуванням води, дослідження процесу виморожування та фізико-хімічний аналіз готового продукту.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити низку завдань:

- здійснити аналіз асортименту крафтового пивоваріння з використанням нетрадиційних технологій виробництва;
- здійснити аналіз способів виморожування пива;
- розробити та обґрунтувати способи виморожування пива на крафтовому виробництві;
- дослідити вплив процесу виморожування пива на якісні показники готового напою;
- провести аналіз фізико-хімічних показників готового продукту;

2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали досліджень

- Вода згідно з ДСанПіН 2.2.4.171-10
- Молочна кислота згідно нормативної документації;
- Солод BestMalz Pale Ale згідно нормативної документації;
- Солод Weyermann Caraaroma згідно нормативної документації;
- Солод Weyermann Caramunich згідно нормативної документації;
- Хміль Hallertau Mittlefruh згідно нормативної документації;
- Пивні дріжджі Fermentis SafLager S-189 згідно нормативної документації;
- дріжджі Fermentis SafLager F-2 згідно нормативної документації.

Спеціальний солод – це тип солоду, який був оброблений або обсмажений особливим чином для надання пиву унікальних смаків та ароматів. Він використовується на додаток до базового солоду для надання пиву різних характеристик, таких як колір, аромат, смак, статура та піностійкість.

Базовий солод містить всі компоненти необхідні для виготовлення пивного суслу. Однією з головних характеристик базового солоду є його висока ферментативна активність. Тобто великий вміст ферментів які здатні розщеплювати високомолекулярні сполуки необхідні для життєдіяльності дріжджів. Особливо, розщеплювати крохмаль у ферментований цукор, який є поживною речовиною для дріжджів [11].

Солод BestMalz Pale Ale — базовий солод для виробництва як класичних, так і крафтових сортів пива. Виготовлений із добірного пивоварного ячменю. Відмінною особливістю даного виду солоду є більш висока температура сушіння, що призводить до збільшення кольоровості та повноти смаку в готовому пиві.

Цей солод багатий на ензими, що дозволяє поєднувати його з будь-якими іншими солодами, як з високою ензимною активністю, так і з низькою. Pale Ale підходить для всіх методів затирання та всіх стилів пива.

Масова частка екстракту: 80...83 %. Колір: EBC5...7. Білок: 9,0...11,0 % [12].



Рис. 2.1 — Солод BestMalz Pale Ale

Солод Caraaroma — це спеціальний карамельний солод барабанного обсмажування, виготовлений з дворядного німецького ячменю. Caraaroma принесе ноти смажених горіхів, темної карамелі, сухофруктів, разом із наданням глибоких бурштинових та червоних відтінків у готовому пиві.

Caraaroma також може бути використаний для підвищення повноти смаку, посилення аромату солоду в пиві, темніший колір пива, червонуватий колір пива. Можлива частка у засипі: до 15 %. Кольоровість EBC 350...450.

Стилі пива: Відмінно підходить для Янтарних Елей та Лагерів, Стаутів та Портерів, Боків та Дункелей[11,12].



Рис. 2.2 — Солод **Caraaroma**

Солод Caramunich — спеціальний солод, який сприяє підвищенню повноти смаку, посиленню аромату солоду в пиві, повноти та насиченості смаку, дає насичений колір пива та виражений карамельний аромат з нотками випічки. Солод має відтінки від темно-бурштинових до мідних і додає багатий солодовий акцент з нотками бісквіту та інтенсивним карамельним ароматом. Caramunich додасть тіло та покращить стійкість пінної шапки у вашому пиві.

Частка засипу, що рекомендується, для темного пива від 5 до 10 %, для легкого і світлого пива від 1 до 5 %. Кольоровість EBC 55...80.

Застосування у стилях: Бок, Коричневий Ель, Портер, Стаут, Бурштиновий Лагер, Темний Лагер, Бурштиновий Ель [11].



Рис. 2.3 — Солод **Caramunich**

Активні сухі дріжджі Fermentis добре відомі завдяки своїй здатності до виробництва широкого асортименту пива різних стилів. З огляду на доведений вплив дріжджів на якість кінцевого продукту, важливо дотримуватися інструкцій для проведення ферментації.

Дріжджі Fermentis SafLager S-189 — походженням зі швейцарської пивоварні Hürlimann, ці дріжджі низового бродіння дозволяють отримати досить нейтральну ароматику пива з чудовою питкістю або легкістю споживання.

Рекомендований температурний діапазон: для досягнення найкращих результатів, зброджувати в межах 9...22 °С, ідеально при 12...15 °С.

Ступінь зброджування: висока.

Флокуляція (осаджуваність): висока.

Аромат: ідеально підходять для лагерів з нейтральним ароматом. Дріжджі дозволяють виготовляти виключно збалансоване за смаком пиво з тонким карамельним тоном. Найкраще підходить для сортів пива: Шварцбір, Бок, Драфт.

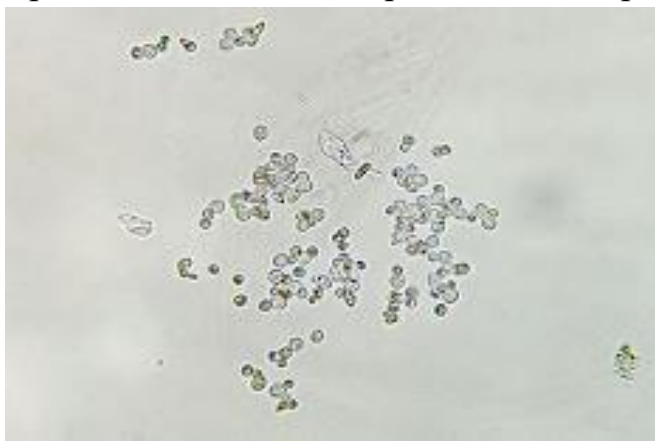


Рис. 2.4 — Дріжджі раси SafLager S-189 (вигляд під мікроскопом)

Дріжджі Fermentis SafAle F-2 — були спеціально селекціоновані для вторинного бродіння в пляшці або діжці. Ці дріжджі асимілюють у незначній мірі мальтотріози, проте добре поглинають найпростіші цукри (глюкозу, фруктозу, сахарозу та мальтозу), а також характеризуються своїм нейтральним ароматичним профілем, не втручаючись у початковий органолептичний характер пива. F-2 стійкий до високих концентрацій спирту >10 об. % і дозволяє отримати пивоварам всі властивості реферментації:

- захист пива завдяки абсорбції кисню;
- створення повноти смаку та ароматичне дозрівання;
- насичення двоокисом вуглецю;
- висока здатність формувати щільний осад на дні пляшки/бочки, а також утворювати рівномірну каламутність при збовтуванні.

Рекомендований температурний діапазон: 15...25 °С.

Атенюація: 83%.

Флокуляція (осаджуваність): висока.

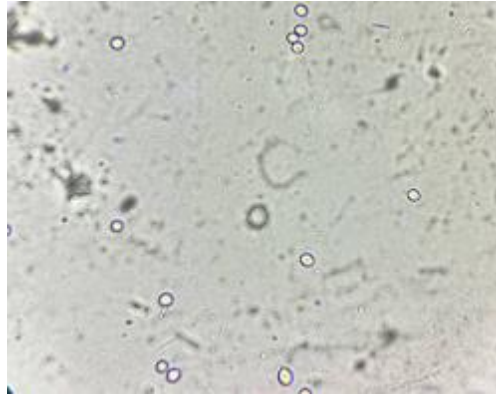


Рис. 2.5 — Дріжджі раси F-2 (вигляд під мікроскопом)

2.2 Методи досліджень

Дослідні зразки аналізували за органолептичними та фізико-хімічними показниками згідно з чинними стандартами та інструкцією технохімічного контролю [2,4].

Методи визначення фізико-хімічних показників

Визначення масової частки екстракту та вмісту спирту в пиві

Наважку масою 10,0 г переносять до конічної колби об'ємом 250 см³, після чого додають 100 см³ деаерованої води температурою 20 °С, використовуючи піпетку. Колбу щільно закривають кришкою і перемішують протягом 1 хвилини кожні 5 хвилин. Після 15 хвилин настоювання рідку фазу переносять на складчастий фільтрувальний папір. Збирають фільтрат (приблизно 20 см³), який потім повертають назад, а фільтрація завершується, коли об'єм фільтрату досягає 60...70 см³. У отриманому фільтраті визначають вміст кисню за допомогою комплексного аналізатора пива Anton Paar 4500 DMA [5].

Для визначення фізико-хімічних показників пива, 100 см³ проби наливають у спеціальну кювету об'ємом 100 см³ та дегазують на магнітній мішалці протягом 5 хвилин. Потім проводять вимірювання з використанням комплексного аналізатора пива Anton Paar 4500 DMA.



Рис. 2.6 — Anton Paar 4500 DMA

Anton Paar 4500 DMA — це компактний пристрій для вимірювання вмісту спирту та екстракту. Крім вимірювання вмісту спирту та екстракту, він у будь-який час визначає супутні параметри, такі як калорійність або ступінь бродіння. На відміну від більш традиційних методів (ареометр, пікнометр), Anton Paar 4500 DMA виконує високоточні та швидкі результати вимірювань при використанні мінімальної кількості зразка[16].

Визначення кислотності пива

Активну кислотність (рН) вимірюють за допомогою електронного пристрою — рН-метр. Іонометричний метод визначення рН ґрунтується на вимірі рН-метром гальванічного ланцюга, що включає спеціальний скляний електрод, потенціал якого залежить від концентрації іонів Н⁺ в навколишньому розчині



Рис. 2.7 — рН-метр

Титрована (загальна) кислотність: метод оснований на нейтралізації кислот і їх кислих солей, що містяться в суслі розчином гідроксиду натрію з використанням фенолфталеїну як індикатора.

Приготування розчину червоного фенолфталеїну. До 20 см³ дистильованої води (звільненої від СО₂ нагріванням) додають 10 крапель 1 % спиртового розчину фенолфталеїну та 4 краплі розчину NaOH. Примітка: розчин червоного фенолфталеїну готують безпосередньо перед проведенням аналізу.

Техніка аналізу. Бюретку заповнюють титрованим розчином NaOH концентрацією 0,1 моль/дм³. Піпеткою вносять 20 см³ сусла у конічну колбу, додають декілька краплин розчину фенолфталеїну, при постійному перемішуванні титрують розчином натрій гідроксиду до зміни забарвлення індикатора.

Кислотність пива (К), моль/дм³ розраховують за формулою:

$$K = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot C_{\text{NaOH}}}{V_n} \cdot 100$$

V_{NaOH} — об'єм розчину NaOH, витрачений на титрування, см^3 ;

C_{NaOH} — концентрація NaOH, моль/ дм^3 ;

V_n — об'єм проби сусла, см^3 ;

100 — коефіцієнт перерахунку на 100 см^3 сусла [5].

Визначення масової частки спирту і дійсного екстракту в пиві дистиляційним методом

Метод визначення масової частки спирту і дійсного екстракту в пиві дистиляційним методом. Метод полягає у відгонці (дистиляції) спирту із зваженої проби пива з наступним рефрактометричним визначенням густини дистиляту і залишку після відгонки, маса яких доведена до початкової маси проби.

Техніка аналізу. У суху зважену перегону плоскодонну колбу беруть 200 г, звільненого від діоксиду вуглецю пива, з точністю до 0,1 г. У зважену приймальну конічну колбу, в яку попередньо наливають 5...10 см^3 дистильованої води, в яку занурюють наконечник перегінної установки через який витікає дистилят.

Перегону колбу з'єднують з холодильником через крапельловлювач, підключають холодну воду в холодильник і проводять перегонку пива при слабкому нагріванні. Слідкують щоб піна не надходила в крапельловлювач, після встановлення рівномірного кипіння можна збільшити вогонь пальника.

Якщо в приймальній колбу об'єм дистиляту буде становить 150...170 см^3 , нагрівання припиняють, наконечник ополіскують водою. Його охолоджують водою до температури 20 °C, після цього доводять масу дистиляту дистильованою водою до 200 г. В баню заповнену дистильованою водою температурою 20 °C ставлять два стаканчики, один із дистильованою водою, а інший з дистилятом і витримують 15...20 хв. Після витримки перевіряють покази занурювального рефрактометра по дистильованій воді, а потім отриманого дистиляту. Отримані результати переводять по таблиці у відсотки масові або об'ємні етилового спирту. Визначення масової частки дійсного екстракту. Залишок у перегінній колбі після відгонки спирту доводять водою до маси 200 г, ретельно перемішують і проводять вимірювання на рефрактометрі[2,5].

Визначення кольоровості пива

Кольоровість визначали за допомогою видимого методу колориметричного титрування. Для цього в двох однакових стаканах об'ємом 100 см^3 піпеткою відміряли по 100 см^3 пива в один стакан, а в іншому — 100 см^3 дистильованої води. Потім воду титрували розчином йоду концентрацією 0,1 моль/ дм^3 з мікробюретки розчином йоду концентрацією 0,1 моль/ дм^3 до тих пір, поки забарвлення в обох стаканах не стало однаковим [5].

Методи визначення органолептичних показників

Для визначення якості пива, окрім аналітичних даних про його хімічний та

біологічний склад, дуже важливі результати смакових випробовувань. Смаковими (органолептичними) показниками пива є колір, прозорість, пінистість, стійкість піни, смак і запах. Оскільки, низку з названих показників можна визначити і фізичними методами, іноді вважають органолептичними показниками лише смак та запах.

Для дослідження органолептичних показників якості пива використовують бокали з прозорого скла циліндричної форми діаметром 50...60 мм, об'ємом 150...200 см³. Температура пива, яке дегустують, повинна становити 12±2 °С. Оцінюють пиво за 25- бальною шкалою [4].

Таблиця 2.1 — Характеристика та бальна оцінка органолептичних показників проєктованих сортів пива

Найменування показника якості	Органолептична характеристика пива	Бал	Оцінка	Примітка
1	2	3	4	5
Прозорість пива	Прозоре з блиском, без зависів	3	відмінно	
	Прозоре без блиску, поодинокі дрібні зависі (пилоподібні)	2	добре	
	Слабо опалесціює	1	задовільно	
	Сильно опалесціює	0	незадовільно	знімають з дегустації
Колір пива	Відповідає типу та стилю пива, знаходиться на мінімально встановленому рівні для даного типу	3	відмінно	
	Відповідає типу пива на середньому рівні	2	добре	
	Відповідає типу пива, максимально допустимий для даного сорту	1	задовільно	
	Не відповідає типу пива, світліше або темніше від встановленого стандартного рівня	0	незадовільно	
Аромат пива	Відмінний аромат, що відповідає даному типу пива чистий, свіжий, чітко виражений	4	відмінно	
	Добрий аромат, що відповідає типу пива, але недостатньо виражений	3	добре	
	В ароматі помітні сторонні відтінки: злегка сирний, фруктовий, дуже виражений солодовий	2	задовільно	
	Виражені сторонні тони в ароматі: фруктовий, кислуватий, дріжджовий, молодого пива та ін.	1	незадовільно	
Смак	Відмінний без сторонніх присмаків, гармонійний смак, що відповідає даному типу пива	5	відмінно	
	Добрий, чистий смак, який відповідає даному типу пива, але не дуже гармонійний	4	добре	
	Не дуже чистий смак, незрілий присмак молодого пива, карамельний смак, пустий, слабо виражений	3	задовільно	
	Пустий смак і сторонній присмак: дріжджовий, фруктовий гострий, кислий	2	незадовільно	

1	2	3	4	5
Хмелева гіркота	Чисто хмельова, м'яка, врівноважена, що відповідає типу пива	5	відмінно	
	Чисто хмельова, не дуже врівноважена, злегка залишкова, грубувата	4	добре	
	Хмельова, груба, залишкова або слабка, що не відповідає сорту пива	3	задовільно	
	Не хмельова, груба	2	незадовільно	
Піна та насиченість діоксидом вуглецю	Густа, стійка, компактна піна заввишки не менше 40 мм, стійкістю не менше 4 хв. при значному та уповільненому виділенні бульбашок газу	5	відмінно	
	Компактна стійка піна заввишки не менше 30 мм, стійкістю не менше 3 хв. при незначному і швидко зникаючому виділенні бульбашок газу	4	добре	
	Піна заввишки не менше 20 мм, стійкістю не менше 2 хв.	3	задовільно	
	Піна заввишки не менше 10 мм, стійкістю не менше 1 хв.	2	незадовільно	
	Без піни	1	незадовільно	знімають з дегустації

Таблиця 2.2 — Загальна балова оцінка якості проєктованих сортів пива

Оцінка	Загальний бал
Відмінно	22...25
Добре	19...21
Задовільно	13...18
Незадовільно	12 і менше

Прозорість пива. Якісне пиво повинне бути прозорим та мати “іскру”, що визначають за блиском під час огляду через скло бокала, в якому різко заломлюється світло.

Колір пива. Кожен сорт пива залежно від типу має свій відтінок. Відмінність кольору визначає солодовий склад напою. Однак, виробляючи світле пиво одного типу, навіть з використанням солоду одного кольору, неможливо отримати напій однакової кольорової інтенсивності та однакового відтінку. Найбільше впливає на колір та відтінок пивоварна вода, затір, кип'ятіння затору. Окиснювальні процеси суттєво визначають показник кольоровості. Важливо, щоб колір одного сорту пива був незмінним. Значні відхилення від стандартного кольору та нечіткі кольорові відтінки зустрічаються, як правило, для світлого пива.

Аромат пива. Безпосередні джерела запаху пива — ефірні масла з хмелю, побічні продукти бродіння, які можуть утворюватись під час різноманітних порушень технологічного процесу та використанні неякісних дріжджових штамів.

Смак пива. Будь-яке пиво повинне мати смак та запах чистий, завершений,

повний та свіжий. Сторонні присмаки, неприємна гіркота, висока кислотність та недостатнє насичення вуглекислим газом порушують смак пива.

Хмельова гіркота пива. Гіркота пива залежить від якості хмелю. Кращі сорти хмелю надають пиву більш приємний гіркий та витончений смак, ніж хміль середній та грубий, а також хміль, який неправильно зберігали чи перезрів. Неприємно-гірким буває пиво, виготовлене з води з високим вмістом іонів магнію та карбонат-іонів або води, у якої 10 велика лужність. Негативний вплив на формування гіркоти пива мають також гіркі речовини (поліфеноли) із солодової оболонки. На гіркоту пива впливає якість дріжджів. Пиво буває надзвичайно неприємно-гірким у випадку використання неякісних фізіологічнослабких дріжджів [4,14].

2.3 Методика досліджень

За результатами проведеного аналізу літературних наукових джерел, поставленої мети та визначених завдань було розроблено схему аналітичних та експериментальних досліджень щодо виготовлення пива з використанням технології його концентрування виморожуванням води.

Згідно поставленої задачі було розроблено схему проведення досліджень, яка представлена на рис. 2.1.



Рис. 2.1 — Загальна схема досліджень

Методика досліджень була розроблена поетапно. На першому етапі було проведено аналіз літературних джерел з питань асортименту, що виробляють українські крафтові пивоварні за темою кваліфікаційної роботи. Завершальним

етапом теоретичних досліджень стало вивчення способів вимороження пива, аналіз переваг кожного з методів для крафтового виробництва.

Після вивчення і аналізу літературних джерел формували мету і задачі досліджень, здійснювали вибір об'єктів, предметів та методів досліджень. Потім проводили наступні експериментальні дослідження:

- дослідження способів проведення процесу виморожування пива на крафтовій пивоварні;
- дослідження впливу процесу вимороження на органолептичні показники пива;
- дослідження впливу процесу виморожування пива на зміну фізико-хімічного складу міцного пива.

2.4 Оброблення результатів досліджень

Виміри фізико-хімічних показників суслу та пива здійснювалися у 3-х повторях, на основі яких одержували середні значення. Похибка визначення показників не перевищувала 5 %. Обробку цифрових даних і графічне зображення слайдів та результатів дослідів здійснювали на персональному комп'ютері за допомогою таких програм як MS Excel та MS PowerPoint.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЦНОГО ПИВА ШЛЯХОМ ЙОГО ВИМОРОЖУВАННЯ (експериментальна частина)

Концентрування процесом виморожування дозволяє змінювати концентрацію смакових і ароматичних сполук без їх зайвих втрат, видаляючи виключно воду, залишаючи леткі речовини в рідині. Враховуючи, що основні компоненти, які відповідають за сенсорний профіль пива є леткими, використання саме цієї технології є перспективним напрямком у отриманні нових продуктів [17].

Цей метод вдало застосовується для концентрування з метою збереження або посилення органічних властивостей і біоактивності багатьох продуктів: фруктові соки, сироватка та кавові екстракти [37,42].

Багато досліджень направлені на застосування способу для вина, з метою збільшення концентрації алкоголю і поліфенолів, для зміни його сенсорного профілю [43,46].

Загалом метод концентрування виморожуванням можна розділити на три способи: суспензійний метод виморожування, блокова концентрація та наморожування.

Суспензійний метод базується на утворенні суспензії з робочої рідини та кристалів льоду при постійному перемішуванні для збільшення кількості льоду в системі, отриману суспензію потім відпраляють на фільтр [35].

Блокова концентрація — методом при якому продукт продукт майже повністю заморожують і вибірково розморожують для отримання концентрату. Перевагою цього методу є просте обладнання, хоча для досягнення хорошого розділення необхідно точно контролювати швидкість розморожування [23,30].

Метод базується на видаленні води з розчину шляхом виморожування і відокремлення кристалів льоду, отримуючи продукт з вищою концентрацією, зберігаючи при цьому його поживні та смакові якості.

Під час концентрування методом наморожування кристали льоду вирощуються на стінці теплообмінника, а шар льоду видаляється після процесу концентрування. Спосіб наморожування рідин має високий рівень оклюзії в шарі льоду, тобто захоплення інших складових пива під час утворення кристалів льоду [35].

Наморожування — це процес зниження температури нижче точки замерзання, цей процес є попередником формування кристалів льоду [25]. Раптове переохолодження призводить до утворення дрібних кристалів, які будуть утримувати значну частину розчиненої речовини між один одним. Такі кристали льоду мають тенденцію рости у формі дендритів. Затриманий між ними концентрований розчин зменшує загальну відстань між льодом і розчином [40]. При нижчих швидкостях заморожування кристали будуть більшими, розчинена речовина встигатиме

дифундувати в розчин, а захоплення розчиненої речовини буде набагато меншим [24].

У сучасних системах кристали льоду додатково промивають для вимивання усіх сполук. Ця технологія є комерційно доступною і застосовується у виробництві фруктових соків і пива [18].

Недоліком концентрації шляхом наморожування може бути періодичність операції. Після наростання шару льоду концентрат видаляється, а лід розтоплюється і видаляється з системи. Згодом система заповнюється знову. При паралельній роботі щонайменше двох блоків концентрації льоду вони можуть бути об'єднані за допомогою теплового насоса. Такий підхід зменшує загальне енергоспоживання процесу і, таким чином, підвищує економічну доцільність методу [20].

3.1 Вплив концентрації сухих речовин та спирту при виморожуванні пива

З дослідження, проведеного американськими та колумбійськими вченими встановлені зміни основних показників пива при виморожуванні трьох зразків різних сортів пива: Witbier, Bitter та Porter (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 — Фізико-хімічна характеристика вихідного та концентрованого зразка

Сорт пива	Тип	Вміст спирту, % об.	Концентрація сухих речовин, % мас.	Зброджуваний цукор, % мас.	Колір, SRM	Гіркота, IBU
Witbier	Початковий зразок	4,12±0,14	3,65 ± 0,24	0,42 ± 0,03	2,5 ± 0,4	8,3 ± 0,5
	Сконцентрована рідина	5,45±0,21	5,12 ± 0,31	0,59 ± 0,05	3,5 ± 0,7	14,3± 0,4
	Льодовий залишок	2,20±0,57	1,45 ± 0,07	0,18 ± 0,06	1,5 ± 0,8	5,6 ± 0,8
Bitter	Початковий зразок	4,61± 0,26	3,89 ± 0,07	0,68 ± 0,02	11,9±0,8	18,8± 0,5
	Сконцентрована рідина	5,85± 0,36	5,30 ± 0,28	0,98 ± 0,01	13,5±0,7	30,8± 1,1
	Льодовий залишок	2,75± 0,21	1,80 ± 0,28	0,24 ± 0,06	8,8 ± 0,4	23,4± 3,4
Porter	Початковий зразок	4,14± 0,44	4,73 ± 0,31	0,63 ± 0,04	30,5± 1,3	18,0± 0,8
	Сконцентрована рідина	5,33±0,19	6,00 ± 0,42	0,69 ± 0,01	36,5±0,7	21,0± 1,4
	Льодовий залишок	2,34± 0,2	2,83 ± 0,24	0,53 ± 0,01	26,3±0,4	17,4± 0,8

Щодо етилового спирту, отримані значення індексу концентрації більші для зразка Witbier з найнижчим початковим вмістом спирту. При підрахунку середнього коефіцієнту розподілу — відношення концентрації речовин у льодовому залишку до відношення концентрації розчиненої речовини в сконцентрованій рідині, значення коефіцієнту для спирту вищі ніж для сухих речовин та зброджуваних цукрів [41]. Це може відбуватись через посилення водневих зв'язків, де етанол виступає в ролі акцептора протонів, а вода їх донором [18].

3.2 Способи виморожування пива

Спосіб виморожування пива базується на нашаруванні льоду на поверхню з низькою температурою, і відокремлення частково зневодненого напівпродукту, тим самим підвищуючи у ньому концентрацією інших складових пива.

Загальна схема методу представлена на установці колумбійських і іспанських дослідників (рис.3.1) [27].

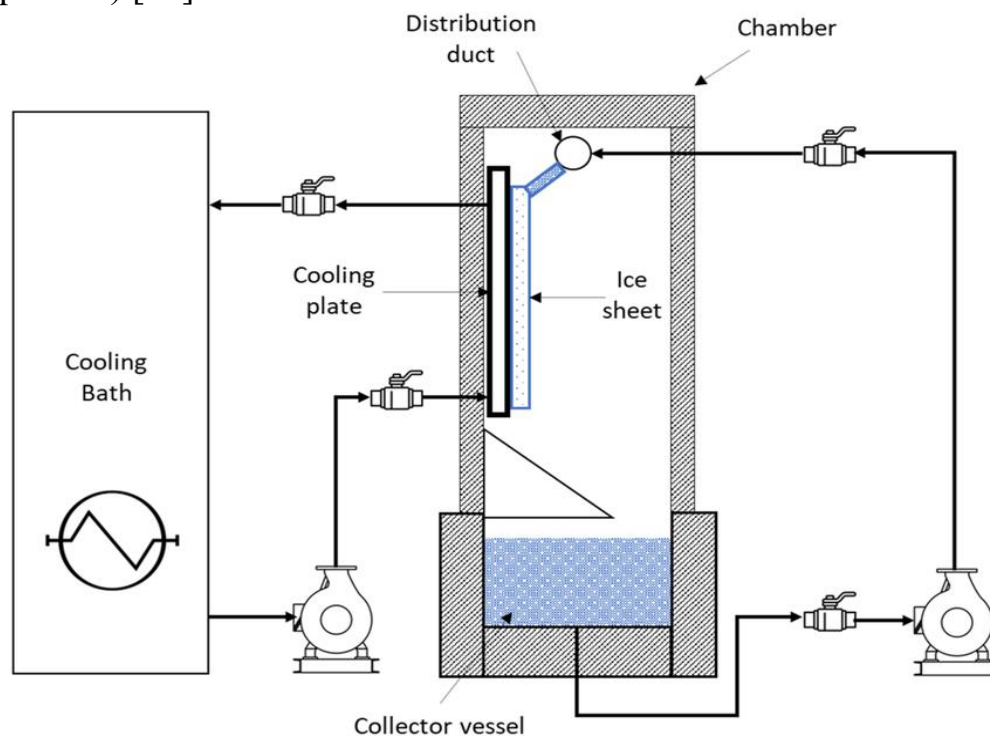


Рис.3.1 — Експериментальне обладнання для концентрації льодовим нашаруванням

Досліджуваний зразок рецеркулює зі збірної ємності через розподільний канал і охолоджувальну пластину за допомогою насоса. В якості хладагента використовується суміш етиленгліколю і води, що дозволяє утворювати на пластині крижаний покрив, на якому утворюється лід, коли сконцентрований розчин стікає назад у збірну ємність. Недосконалість установки обумовлена тим, що до складу льоду, сформованого на пластині входить не тільки чиста вода, а й невелика частина інших складових пива [27, 22].

Способи сконцентрування пива методом виморожування води умовно можна поділити на безперервний і періодичний способи. Для першого методу використовують спеціальні установки, які впроваджують в системи існуючих підприємств. Періодичний спосіб більше підходить для невеликих крафтових виробництв, або випуску невеликих партій пива, коли впровадження громіздкого дорогоцінного обладнання не є доцільним.

Системи для безперервного способу розроблюють для застосування переважно з метою отримання сконцентрованих кавових екстрактів, апельсинових

соків та сироватки [25,29, 34].

Для періодичного способу виморожування використовується вже існуюче обладнання, таке як ЦКТ з сорочкою охолодження. Коли вже сформований певний шар льоду, пиво перекачують в інше ЦКТ, а розтанувший лід викачують, з наступним повторним наповненням і намороженням, поки не отримають напівпродукт необхідних кондицій [30].

3.2.1 Безперервний спосіб виморожування пива

Виробництво безперервним способом підходить для масового виробництва продукту, оскільки для нього необхідно встановлювати додаткове обладнання.

Інноваційні безперервні системи дозволяють відокремлювати воду без домішок, з використанням сепараторів промивної колони. Сучасні системи повністю виключають можливість контакту продукту з повітрям, що дозволяє не втрачати леткі компоненти, зводить до мінімуму окислення і можливість забруднення.

Сучасні системи (рис.3.2) не мають потреби в проміжному очищенні, що дозволяє ініціювати безперервний процес роботи впродовж декількох тижнів і чітко регулювати пропускну здатність, залежно від пректованої потужності виробництва [33].

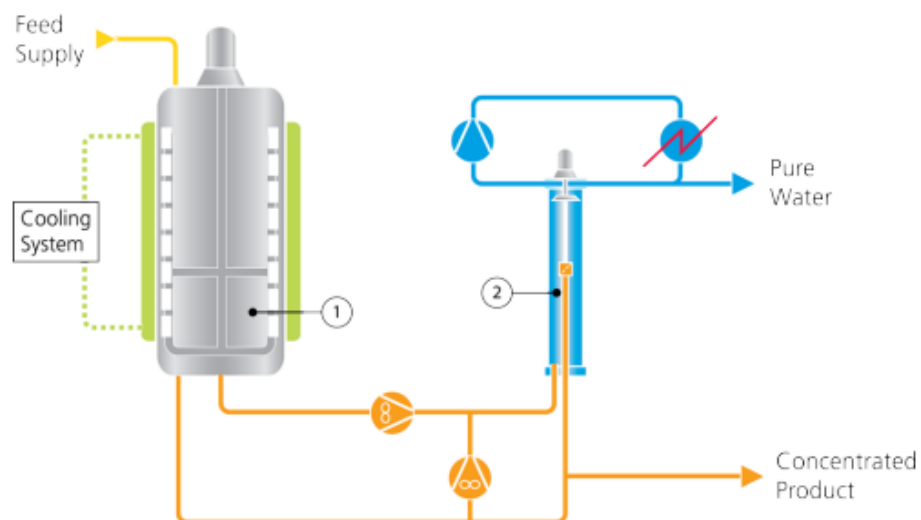


Рис.3.2 — Узагальнена схема процесу роботи IceCop від компанії GEA

Процес складається з одного кристалізатора і однієї промивної колони, кристалізатором виступає ємність з охолоджувальною сорочкою, зовнішня стінка якої охолоджується циркулюючим холодоагентом. У промивній колоні концентрована рідина ефективно відокремлюється від кристалів льоду. Ущільнений шар кристалів льоду промивається для видалення концентрованого продукту. Цей спосіб гарантує, що всі вихідні характеристики продукту залишаються в концентраті.

Більш детально процес концентрації виморожуванням розглянуто на прикладі системи TWICE (рис.3.3) у технічному огляді Sulzer, 1/2020 [41].

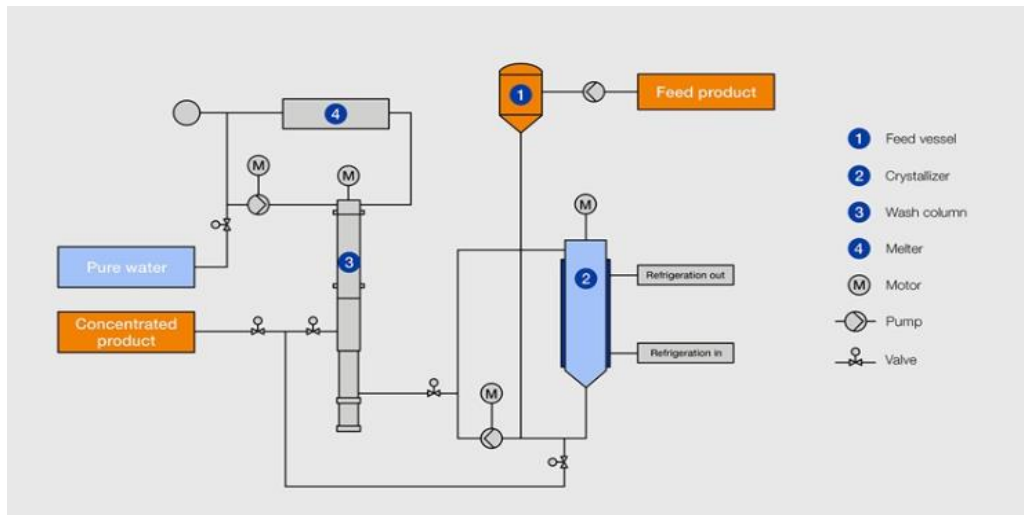


Рис.3.3 — Схема процесу концентрації виморожуванням компанії SULZER

Основними ключовими вузлами обладнання в циклі є суспензійний кристалізатор і промивна колона. Внутрішня ємність кристалізатора оточена рубашкою, що утримує холодоагент. Після досягнення рідиною точки замерзання починається утворення кристалів льоду. У внутрішній ємності встановлено обертовий вал, що оснащений скребковими лезами, які постійно зчищають утворений лід. Рідина безперервно рециркулює через кристалізатор за допомогою циркуляційного насосу. Атмосферний живильний бак підтримує всю систему заповненою з невеликим надлишковим тиском з азотом.

Промивна колона — сепараційний пристрій, в якому відбувається видалення кристалів льоду з концентрованої рідини. Корпус представляє собою циліндр, поршень в якому рухається знизу догори, створюючи стиснений шар льоду. Більша ефективність колони обумовлена великим розміром кристалів і меншою в'язкістю рідини. Відокремлення кінцевого продукту показано на рис 3.4 [45].

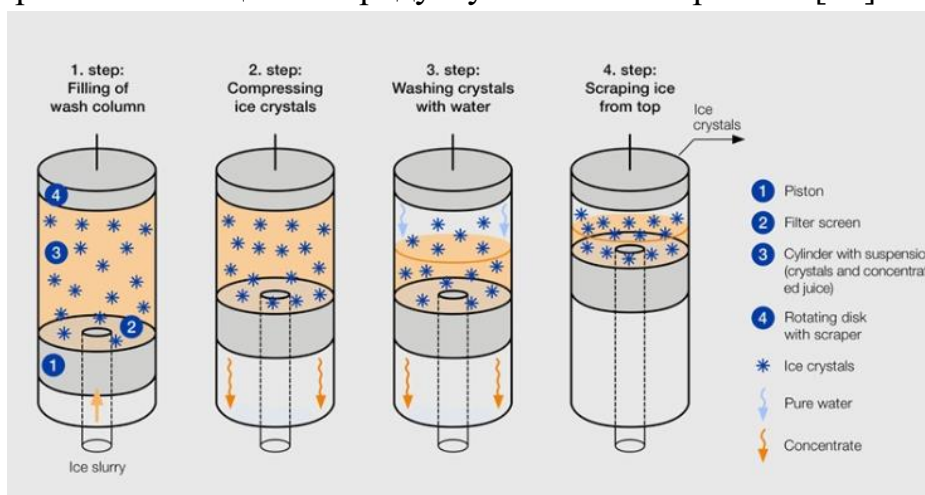


Рис.3.4 — Ілюстрація етапів розділення в промивній колоні компанії SULZER

При першому етапі наповнення поршень з найвищого положення рухається вниз, при тому простір, який утворюється над ним заповнюється суспензією із суміші кристалів і концентрованої рідини. Наповнення відбувається до моменту

переходу поршня в найнижче положення.

Після відбувається процес стиснення, коли поршень рухається вгору, і концентрована рідина тече через сітку фільтра над поршнем у простір під ним. Сітка фільтра затримує лід, що стискається в шар кристалів. Поршень при тому ще не досяг найвищого положення.

На етапі промивання невеликий надлишковий тиск з контуру змушує чисту воду промивати льодовий шар.

На останньому етапі активується обертовий диск, оснащений скребковими ножами, поршень продовжує штовхати кришталевий шар і переміщує його вгору, коли скребкові ножі знімають слої крижаного шару. Етап очищення завершується, коли поршень досягає найвищого положення, а обертовий диск вимикається [43].

3.2.2. Періодичний спосіб виморожування пива

Виробництво періодичним способом підходить для невеликих виробництв, або випуску невеликих серійних партій. В порівнянні з безперервним способом займає більше часу і зусиль, оскільки необхідно адаптувати вже існуюче обладнання під нові цілі.

Так для цього методу підійде використання використання двох з'єднаних між собою ЦКТ або ЦКТ і форфас. Сам процес наморожування буде відбуватись в ЦКТ за рахунок циркулюючого в контурі сорочки охолодження холодоагенту. Важливим є підбір ЦКТ, структура охолоджувальних секцій якого повинна займати достатню площу, щоб процес наморожування проходив ефективно (рис.3.5) [32].

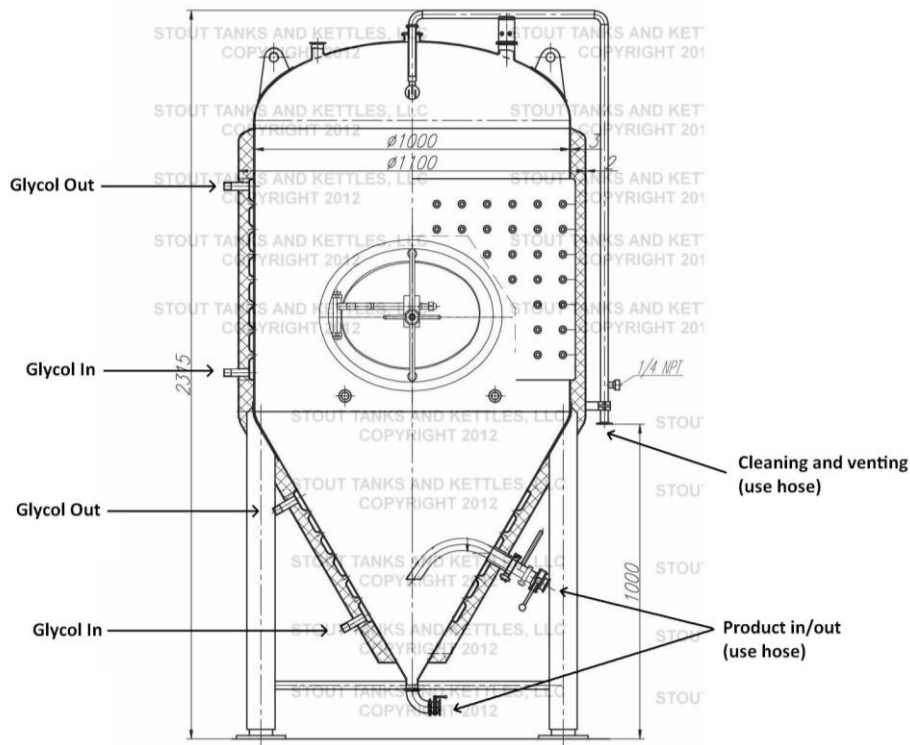


Рис.3.5 — ЦКТ від компанії Stout Tanks and Kettles

Після процесу наморожування певної кількості води, напівпродукт перекачують до форфасу, або іншого ЦКТ, припиняють циркуляцію холодоагента,

розтанувший лід зливають. Пиво повертають назад до ЦКТ і повторюють процес, поки не отримають напівпродукт з необхідними кондиціями.

Також важливим є підбір холодоагенту. Переважно у виробництві пива для охолодження використовується пропіленгліколь. Прийнятною вважається його концентрація у розчині менше 25 %, для отримання приблизної температури -2,7...-3,3°C [14]. У таблиці 3.2 наведена температура замерзання, залежно від пропіленгліколю [1].

Таблиця 3.2 — Залежність температури замерзання від концентрації пропіленгліколю

Концентрація пропіленгліколю, %	Температура замерзання, °C
30	-13
35	-20
40	-25
45	-30
50	-35
55	-40

3.3 Характеристика способів сприйняття смаку і ароматів пива

3.3.1 Дегустаційний процес

Дегустаційний процес. У дослідженні, що було згадано у розділі 1.2 проаналізовано порівняння початкового зразку світлого лагера з його концентрованою версією. Аромат, смак та соматосенсорний профіль зразків було оцінено за інтенсивністю 29 дескрипторів (рис.3.6)[20].

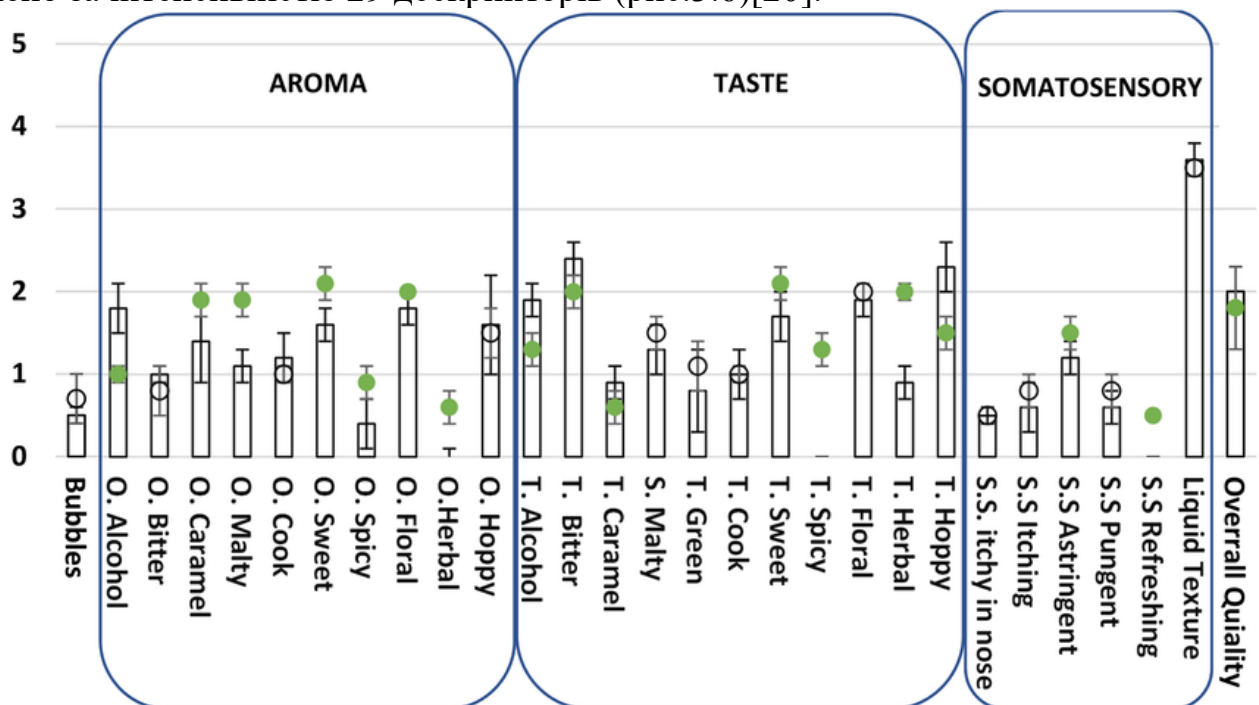


Рис.3.6 — Сенсорний профіль вихідного зразка (смужки) та концентрованого пива (крапки). Вісь Y показує інтенсивність дескрипторів. Відчутна різниця (зелені точки). Немає значної різниці (незаповнені точки). Аббревіатура відповідає аромату (O), смаку (T), соматосенсорному профілю (SS)

Концентрування значно збільшило інтенсивність 28 % дескрипторів порівняно зі стандартним зразком, а також призвело до появи трьох нових дескрипторів (10 %) і дозволило зберегти інші 41 %. Проте показало зменшення решти 21 % від загальної кількості дескрипторів.

Крім того, хоча концентрація етанолу зросла, його спиртовий аромат був єдиним, що зменшився, можливо, тому, що збільшення солодових, карамельних, солодких та ін. тонів, могло замаскувати алкогольний смак та аромат спирту [27].

У дослідженні, згаданому у розділі 3.1.1, також відзначається значне підвищення девяти з двадцяти трьох дескрипторів, порівняно з початковим зразком пива Witbier (рис.3.7) [28].

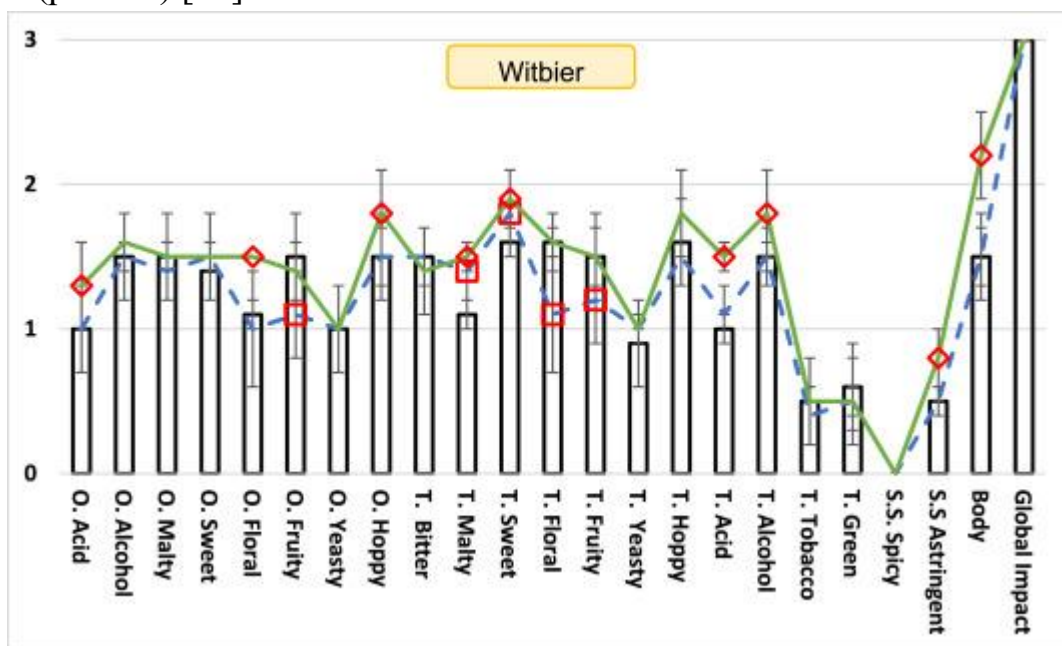


Рис.3.7 — Сенсорний профіль вихідного зразка Witbier (смужки) порівняно з концентрованою рідиною (суцільна зелена лінія) та фракцією льоду (синя пунктирна лінія). Відчутна різниця для концентрованої рідини (ромби), фракції льоду (квадрати), відносно вихідного зразка.

Абревіатура відповідає аромату (O), смаку (T) і соматосенсорному (SS)

Збільшення загальної кількості сухих речовин підвищує щільність пива, підкреслюючи солодовий аромат, так само як збільшення кількості зброджуваних цукрів призвело до посилення солодкого смаку [24].

Поява нових смаків і ароматів може бути наслідком селективної міграції молекул, крім того, не можна виключати, що при виморожуванні деякі сполуки концентруються, досягаючи свого порогового значення, змінюючи сенсорний профіль [29]. Ці явища вже були відзначені при виморожуваному концентруванні вин, де незначні зміни концентрації органічних сполук призводять до значних змін сенсорного профілю концентрованого продукту [36]. З цих причин цей метод концентрації може бути використаний не тільки з розрахунком збереження сенсорних профілів, але й для їх посилення за рахунок збільшення концентрації

відповідних сполук.

Щодо смакових відчуттів, збільшення терпкості, що може свідчити про збільшення концентрації поліфенолів, таких як катехін, ксантогумол та флавоноїду кверцетин, які пов'язані з цим відчуттям [39].

3.3.2 Фізико-хімічні показники та сполуки, що утворилися в процесі бродіння при виморожуванні

Оскільки під час цього способу сконцентрування вивільняється наявний в пиві діоксид вуглецю, постає необхідність в вторинному бродінні. Оскільки в напівпродукті переважно наявна значна кількість спирту, доцільним є використання шампанських дріжджів, проте їх застосування може суттєво змінити профілі кінцевого продукту.

Дріжджі, що беруть участь у вторинному бродінні, відбирають на основі різних аналітичних і технологічних критеріїв, включаючи стійкість до концентрації етанолу, тиску, високу флокуляційну здатність, а також хороші автолітичні і піноутворювальні властивості [37].

Під час процесу дозрівання автоліз дріжджів та різні сполуки можуть змінювати сенсорні властивості вина. Сполуки азоту вважаються основними продуктами автолізу. На їх вміст впливає штам дріжджів та тривалість витримки на осаді. У випадку додавання дріжджів до пляшки з наступною довгою витримкою вивільнені амінокислоти стають попередниками ароматичних сполук, таких як вищі спирти, лактони та інших складних ефірів. Тривале дозрівання призводить до вивільнення сполук сірки через розкладання амінокислот, таких як цистеїн і метіонін [18]. Тому важливим є недопускання процесу автолізу, оскільки його розвиток може призвести до непередбачуваної зміни у профілі напою.

Спираючись на досвід виробництва шампанських вин додавання тиражного лікеру до напівпродукту додає до вина від 1,2 % до 1,5 % етанолу [36]. При прийнятті рішення про додавання тиражного лікеру важливо враховувати кількість зброджуваних цукрів, що могли залишитись у пиві після першого бродіння, вміст яких збільшиться під час концентрації.

Карбонізація є мультимодальним подразником, що крім нервових закінчень впливає на смакові рецептори. Для відчуття смаку стимуляція CO₂ залучає фермент позаклітинної ангідрази і механізм перехідного рецепторного потенціалу клітин з кислими рецепторами. Це поєднується з посиленням кислого смаку за і пригніченням солодкого [35].

Отже, при виборі шампанських дріжджів для доброджування пива важливим найважливішими показниками є толерантність до спирту та нейтральність їх профілю. Спираючись на довідник від компаній BSI, доцільним є використання дріжджів:

- 1868 Pasteur Champagne. Найпоширеніші у світі дріжджі для шампанського. Нейтральний профіль, швидке бродіння. Перезапускають бродіння, що зупинилось. Толерантність до спирту понад 18%;
- WLP715 Champagne. Класичні дріжджі з нейтральним характером і сильним бродінням. Толерантність до спирту понад 15%;
- BSI-715 Champagne. Використовується з високоалкогольними сортами пива та для розливу в пляшки кислих сортів пива. Толерантність до спирту понад 17% [29].

3.4 Висновки

1. Концентрування пива процесом виморожування дозволяє змінювати концентрацію смакових і ароматичних сполук без їх зайвих втрат, видаляючи виключно воду, залишаючи леткі речовини в рідині.

2. Технологія виготовлення пива з його подальшим виморожуванням потребує змін відносно традиційного виробничого процесу. Періодичний спосіб більше підходить для крафтового виробництва, адже не потребує впровадження громіздкого дороговартісного обладнання. Це дозволяє впровадити дану технологію практично на будь-якому виробництві без додаткових витрат.

3. За даними досліджень значення індексу концентрації етилового спирту найбільші для зразка Witbier з найнижчим початковим вмістом спирту 4,12 % та найнижчою концентрацією сухих речовин 3,65 %. Найменші для зразка Porter з початковим вмістом спирту 4,14 % та найвищою концентрацією сухих речовин 4,73 %.

4. За результатами дослідження підтвердили закономірність впливу вмісту спирту, сухих речовин та зброджуваних цукрів на середній коефіцієнт розподілу (відношення концентрації речовин у льодовому залишку до відношення концентрації розчиненої речовини в сконцентрованій рідині).

5. Концентрування шляхом виморожування значно збільшило інтенсивність 28 % дескрипторів порівняно зі стандартним зразком, а також призвело до появи трьох нових дескрипторів (10 %) і дозволило зберегти інші 41 %. Проте показало зменшення решти 21 % від загальної кількості дескрипторів.

6. При збільшенні концентрації етанолу, його спиртовий аромат зменшився, це пов'язано із збільшення солодових, карамельних, солодких та ін. тонів, які маскують алкогольний смак та аромат спирту.

7. Збільшення загальної кількості сухих речовин підвищує щільність пива, підкреслюючи солодовий аромат, так само як збільшення кількості зброджуваних цукрів призводить до посилення солодкого смаку.

4. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Особливості інноваційної складової дослідження полягають у поліпшенні споживних характеристик пива за рахунок вимороження води, що дозволяє отримати продукцію із новими органолептичними показниками та розширити її асортимент.

Обґрунтування доцільності виведення на ринок та впровадження у виробництво інноваційних розробок здійснюється в процесі оцінювання ефективності виробництва [4].

Ефективність розглядається у двох значеннях — економічна ефективність та соціальна ефективність.

Соціальна ефективність — це задоволення соціальних цілей та потреб суспільства шляхом здійснення державою управлінської діяльності.

Економічна ефективність — це максимальна вигода, яку можна отримати при мінімальних затратах в процесі економічної діяльності з урахуванням додаткових умов, які мають місце в момент визначення ефективності відповідного господарського заходу. Під господарськими заходами мається на увазі введення нових видів продукції, укладення договорів з постачальниками, покупцями, придбання або модернізація нової техніки, збільшення виробництва продукції тощо.

Соціально-економічна ефективність — це показник, який характеризує відношення отриманого соціально-економічного ефекту (результату) до витрат ресурсів, що зумовили отримання цього результату [14].

Пивоваріння — одна з найбільш динамічних галузей харчової промисловості нашої країни. З метою зниження матеріальних та енергетичних витрат, підвищення екологічної безпеки виробництва, забезпечення конкурентоспроможності товарної продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках необхідним є виготовлення продукції високої якості за короткий терміни і найменш дорогим способом. Тому це спонукає виробників пива використовувати нові та сучасні процеси, які направлені на збереження енергії, збільшення продуктивності, зменшення собівартості та розширення асортименту. [33].

Розвиток ринку крафтового пивоваріння в Україні знаходиться на початковому рівні, тому розробка та удосконалення технологій виготовлення нових сортів пива є перспективним. Створення нової технології дозволить розширити існуючий асортимент пивоварні і збільшити обсяги виробництва, тим самим збільшити власний прибуток.

Впровадження удосконаленої технології дозволить отримувати пиво з новим смаком, зі збільшеним вмістом біологічно активних речовин, біологічної цінності кінцевого продукту. Це безперечно, змінить погляд споживачів на пиво, піднявши його привабливість в очах споживачів, що призведе до збільшення об'ємів продаж.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Збереження здоров'я та життя працівників є одним із ключових напрямом державної політики у галузі охорони праці. Питання забезпечення безпеки людини набувають особливої гостроти у виробничому середовищі, в якому трудова діяльність здійснюється при різних небезпечних і шкідливих факторах.

Умови праці це сукупність факторів виробничого і трудового процесу, які впливають на працездатність і здоров'я працівника[10].

Охорона праці на виробництві починається з організації управління охороною праці.

Роботодавець зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, для чого:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх дотримання;

- розробляє за участю сторін колективний договір і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством;

- вживає за їх підсумками заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства, та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих і галузевих нормативно-правових актів про охорону праці,

забезпечує безплатно працівників нормативно-правовими актами про охорону праці;

– здійснює постійний контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поведження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

– організує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

– вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків. Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог [8,10].

Обов'язки працівника щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці. Кожен працівник, виконуючи трудові обов'язки, зобов'язаний:

– дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

– знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

– проходити в установленому порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Комісія з питань охорони праці підприємства. З метою забезпечення пропорційної участі працівників на підприємстві для вирішення будь-яких питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за рішенням трудового колективу може створюватися комісія з питань охорони праці.

Комісія складається з представників роботодавця та професійної спілки, а також уповноваженої найманими працівниками особи, спеціалістів з безпеки, гігієни праці та інших служб підприємства відповідно до типового положення, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці [5].

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації обладнання ферментативного відділення

Пивоварні відомі своїми складними механізмами та різними науковими процесами, а також небезпечними та ризикованими робочими середовищами. Використовуються автоматичні високопродуктивні лінії, бродильні апарати, що працюють під тиском і при низьких температурах, енергетичні та холодильні установки тощо.

Відділення бродіння та фільтрації пивоварні відноситься до категорії Д (приміщення, що містять негорючі речовини та матеріали в холодному стані). Основні ризики у виробництві пов'язані з використанням загальнопромислового обладнання (підйомно-транспортні пристрої, електросистеми, посудини під тиском тощо), наявністю небезпечних зон.

На масштаби травматизму та професійної захворюваності на підприємстві впливає рівень організації охорони праці та пожежної безпеки, а також стан трудової дисципліни.

Отже можемо зробити висновок що небезпечними і шкідливими виробничими факторами у відділенні ферментації є:

- підвищені концентрації CO₂ у ферментаційному відділенні;
- підвищена температура поверхонь устаткування під час СІР'ування (70...100 °С);
- низька температура повітря робочої зони ($t = 0...15$ °С) [8].

Основними вимоги щодо забезпечення безпеки у бродильному відділенні є:

- циліндро-конічні, бродильні, лагерні танки та збірники фільтрованого пива повинні бути герметизованими, обладнаними манометрами, вакуумними клапанами для попередження виникнення так званого „вакуумного удару" і запобіжними клапанами (шпунт-апарати) для скидання надлишкової кількості діоксиду вуглецю в магістраль;

- не допускати злипання або замерзання клапанів. При неможливості проведення закритого способу бродіння в бродильному відділенні повинна бути влаштована припливно-витяжна вентиляція, що забезпечує не перевищення допустимого вмісту діоксиду вуглецю в повітрі робочої зони. Для контролю повітряного середовища в приміщенні повинні бути встановлені газоаналізатори;

- на бродильних, лагерних танках і збірниках фільтрованого пива повинен бути чіткий напис „Обережно! Вуглекислий газ" і відповідний знак безпеки;

- подача діоксиду вуглецю або повітря в бродильно-лагерні та інші технологічні апарати проводиться через автоматичний редуруючий пристрій з манометром і запобіжним клапаном;

- весь процес переливу рідкого двоокису вуглецю з транспортної цистерни в ізотермічний резервуар повинен виконуватись по наряду-допуску, при обов'язковій присутності особи, відповідальної за наповнення ізотермічного резервуару;

- у бродильному відділенні повинні бути: прилад для визначення вмісту діоксиду вуглецю в приміщенні і ємностях, не менше двох шлангових протигазів і двох запобіжних лямкових поясів зі страхувальними канатами;

- бродильне відділення повинне мати припливно-витяжну вентиляцію [10].

Запиленість. Оскільки у ферментаційному відділенні відсутнє обладнання яке може утворювати пил, то запиленість повітря не нормується.

Загазованість. У бродильному відділенні в повітря виділяються шкідливі побічні продукти. Діоксид вуглецю, вуглекислий газ, оксид карбону (IV), CO₂ — хімічна сполука, поширена в природних газах, що містять його в кількості від декількох відсотків до практично чистого вуглекислого газу. Безбарвний, має кислуватий смак і запах.

Шкідливий вплив вуглекислого газу стає очевидним, коли його концентрація в атмосфері досягає 3...4 %. Основною токсичною дією газу є подразнення дихальних шляхів, запаморочення, головний біль, шум у вухах, психічне збудження, непритомність та інші симптоми.

Гранично допустима концентрація (ГДК) CO₂ в житлових приміщеннях різного призначення встановлена в межах 0,07...0,1 %, у виробничих приміщеннях, де CO₂ накопичується від технологічного процесу, до 1...1,5 %.

Оператори слідкують за рівнями CO₂ і потенційними викидами.

Мікроклімат. Шкідливий фактор - дія оточуючого середовища на людину, яка призводить до зниження прецедатності або професійного захворювання. Мікроклімат виробничого приміщення нормується за допустимим нормам. Для працюючих встановлені норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони, узгоджені Міністерством охорони здоров'я України наведені в табл. 5.1

Таблиця 5.1 — Норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони підприємств

Найменування приміщення	Холодний період року			Теплий період року			Категорія роботи
	Температура, С ⁰	Відносна вологість %	Швидкість руху, м/с	Температура, С ⁰	Відносна вологість %	Швидкість руху м/с	
Відділення головного бродіння	Оптимальна						IIa
	18...20	40...60	0,2	21...23	40...60	0,3	
	Допустима						
	15...24	75	0,3	29...31	75	0,4	
Відділення чистої культури дріжджів	Оптимальна						IIa
	18...20	40...60	0,2	21...3	40...60	0,3	
	Допустима						
	15...24	75	0,3	29...31	75	0,4	
Відділення робочих і надлишкових дріжджів	Оптимальна						IIб
	17...19	40...60	0,2	20...22	40...60	0,4	
	Допустима						
	13...23	75	0,4	29...31	75	0,5	
Відділення доброджування і витримки пива	Оптимальна						IIб
	17...19	40...60	0,2	20...22	40...60	0,3	
	Допустима						
	13...23	75	0,3	29...31	75	0,4	

Освітлення. Природне освітлення виробничих приміщень здійснюється прямими сонячними променями через світлові прорізи (вікна) у зовнішніх стінах або через ліхтарі (аераційні, зенітні), які встановлюються на дахах промислових будівель.

Залежно від цього та вимог технологічного процесу можуть використовуватися такі види освітлення:

- бічні односторонні або двосторонні, коли світлові прорізи (вікна) знаходяться в одній або двох зовнішніх стінах;
- верхній, коли світлові отвори (ліхтарі) знаходяться у верхньому поверсі будівлі;
- комбіноване, коли використовується як бічне, так і верхнє освітлення.

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих і побутових приміщеннях, де не вистачає природного освітлення, а також для освітлення в темний час доби. Для організації штучного освітлення необхідно забезпечити сприятливі для працівників гігієнічні умови для зорової роботи і при цьому враховувати економічні показники.

Освітлення на робочих місцях регламентується ДБН В.2.5-28-2006. За даними ДБН, природне освітлення проектується у приміщеннях із постійним перебуванням людей. Відділення для бродіння забезпечено бічним природним освітленням. Штучне освітлення використовується у вечірній і нічний час. Для освітлення приміщень використовуються газорозрядні люмінесцентні лампи. Мінімальна освітленість 150 люкс. Використовуються люмінесцентні лампи ЛД-80 з довжиною хвилі 3440 нм. Вони забезпечують мінімальне освітлення для працюючих IV категорії середньої точності зорової роботи.

Пожежна безпека підприємства повинна відповідати вимогам Закону України “Про пожежну безпеку”, “Правилам пожежної безпеки в Україні” та вимогам відповідних нормативних актів.

У кожному підрозділі є опрацьована інструкція затверджена власником підприємства, вивчена в системі виробничого навчання та вивішена на видному місці.

Евакуаційні шляхи забезпечують безпечну евакуацію всіх людей, які знаходяться в приміщеннях, через евакуаційні виходи. На шляхах евакуації не дозволяється встановлювати виробниче устаткування, розміщувати готову продукцію, матеріали, тощо. На шляхах евакуації опорядження стін і підлоги виконано з негорючих матеріалів.

Ширина евакуаційного виходу (дверей) прийнята в залежності від загальної кількості людей, що евакуюються через цей вихід, та кількості людей на 1 м ширини виходу (дверей). Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з приміщення.

Зовнішнє пожежогасіння здійснюється від резервуарів на 250 м³. Навколо підприємства є круговий об'їзд [8,10].

Для дотримання правил пожежної безпеки, на підприємстві є повністю укомплектований протипожежний інвентар на спеціальних щитах. Щит оснащений таким набором:

- пінні вогнегасники — 2 шт.;
- вуглекислий вогнегасник — 1 шт.;
- ящик з піском — 1 шт.;
- щільне полотно (азбест, войлок) — 1 шт.;
- лом — 2 шт.;
- багор – 1 шт.;
- сокира — 2 шт.

Додатково у кожен кабінет додатково встановлено пінний вогнегасник.

На підприємстві застосовують порошковий вогнегасник ОП-10 та вуглекислотний ОУ-2. Для паління відведено спеціальне місце місце [2].

Особиста гігієна працівників. Усі працівники підприємства забезпечені спеціальним і санітарним одягом відповідно встановлених норм і в залежності від виробничих функцій, які виконує конкретний робітник. Кожний працівник на робочому місці повинен знаходитись у чистому санітарному чи спеціальному одязі та в головному уборі (фірмовому чи одноразовому).

Для забезпечення працівників підприємства чистим санітарним чи спеціальним одягом підприємство надає три комплекти санітарного чи спеціального одягу. Випраний чистий спеціальний одяг зберігають в особистих шафах працівників.

1 раз в тиждень працівники проводять мийку та дезінфекцію робочого взуття в наступній послідовності: механічна очистка; мийка розчином мийного засобу; зрошення дезінфікуючим розчином; висушування [5].

Висновки

Таким чином, роль охорони праці на виробництві має велике значення, нехтування принципами і правилами якої часто призводить до сумних наслідків. На сьогоднішній день питання безпеки та охорони праці є важливими і актуальними для будь-якого підприємства. Охорона праці – один з основних елементів в управлінні підприємством. Тому створення і перетворення якісної системи управління охороною праці на виробництві, яка буде грати роль сполучної ланки між різноманітним елементів системи охорони праці та її проблемами, має бути одним з головних пріоритетів соціальної політики сучасної держави.

Необхідно вживати запобіжні заходів для забезпечення безпечної роботи на виробництві, яке пов'язано з відносно високими температурами проведення

процесів (варка сусла, стерилізація лабораторного інвентарю), підвищеною загазованості повітря діоксидом вуглецю, хімічні речовини (кислоти, луги), що застосовуються у виробництві для профілактичних цілей, підвищений рівень шуму, токсичні та подразнюючі миючих та дезінфікуючих препаратів на органи дихання, шкіряний покрив та слизову оболонку, тощо.

Для підвищення безпеки праці та зменшення негативного впливу на здоров'я працівників слід вживати певні заходи:

- розробка раціонального способу вентиляції у приміщеннях;
- введення спеціальної форми для працівників кожного відділення з урахуванням відповідних небезпечних факторів;
- інформування працівників щодо заходів безпеки на виробництві;
- навчання персоналу основ першої медичної допомоги;
- розробка інструкцій з електробезпеки на робочому місці.

6. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Цивільний захист — комплекс заходів, які реалізуються на території України в мирний час та в особливий період і спрямовані на захист населення, територій, навколишнього природного середовища, майна, матеріальних і культурних цінностей від надзвичайних ситуацій та інших небезпечних подій, запобігання виникненню таких ситуацій та подій, ліквідацію їх наслідків, надання допомоги постраждалим, здійснення державного нагляду (контролю) у сфері пожежної та техногенної безпеки.

Цивільний захист на підприємстві — це широкий перелік заходів, спрямованих на підготовку до захисту персоналу та різноманітних матеріальних цінностей. Завдяки певним діям можна запобігти надзвичайним ситуаціям (далі – НС), усунути їх наслідки та своєчасно надати допомогу, якої потребують постраждалі.

Надзвичайний стан — це особливий правовий режим, який може тимчасово вводитися в Україні чи в окремих її місцевостях при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного або природного характеру не нижче загальнодержавного рівня, що призвели чи можуть призвести до людських і матеріальних втрат, створюють загрозу життю і здоров'ю громадян, або при спробі захоплення державної влади чи зміни конституційного ладу України шляхом насильства.

Ознаки надзвичайної ситуації:

- 1) Небезпека для життя і здоров'я значної кількості людей;
- 2) Значне порушення екологічної рівноваги;
- 3) Повне або часткове припинення господарської діяльності;
- 4) Значні матеріальні та економічні втрати [15].

Цивільна оборона на підприємстві створюється для організації та забезпечення безпеки працівників від наслідків НС військового, природного, техногенного та екологічного характерів. Для досягнення цих цілей суб'єкти господарювання мають забезпечити відповідні заходи у своїх компаніях.

Головні завдання цивільного захисту підприємства:

- Введення заходів щодо зменшення збитків та втрат у разі аварій, катастроф, пожеж, вибухів та всіляких стихійних лих.
- Своєчасне оповіщення персоналу про загрозу чи факт виникнення НС.
- Надання психологічної, медичної та іншої допомоги постраждалим особам.
- Створення умов, за яких відповідальні за ліквідацію НС особи зможуть перебувати у постійній готовності.
- Проведення тренувань, пов'язаних із діяльністю у галузі ЦЗ.
- Здійснення робіт з ліквідації наслідків НС та організації життєзабезпечення для працівників компанії.

- Навчання працівників методам захисту при надзвичайних та інших несприятливих ситуаціях.

- Створення, збереження, раціональне використання матеріальних ресурсів, якщо вони потрібні для запобігання аваріям та катастрофам.

- Проведення оцінки ризиків виникнення НС.

Організація цивільного захисту в установах та організаціях має чотири ключові складники:

- Захист людей та територій, якщо відбулася НС незалежно від її виду та масштабів поширення.

- Проведення різних дій, спрямованих на запобігання НС на території компанії.

- Своєчасне реагування на ситуації, що виникають, і боротьба з їх наслідками.

- Проведення різноманітних заходів, пов'язаних із цивільною обороною в компанії.

З метою своєчасного та оперативного реагування на НС, у компаніях створюють відповідні керівні органи. Для цього керівник підписує відповідні розпорядження та накази щодо цивільної оборони на підприємстві.

До структури входять:

- Постійні органи управління — начальник ЦЗ (цю роль виконує керівник фірми), чергові служби, різні диспетчери, а також особа, відповідальна за питання НС.

- Координаційні центри – комісії з питань НС.

- Керівні штаби, відповідальні за усунення наслідків. Склад – співробітники, керівник та відповідні штаби цивільного захисту на підприємствах.

- Сили ЦЗ. Маються на увазі служби, які відповідають за усунення наслідків НС.

- Органи, що несуть відповідальність за планування, забезпечення та проведення евакуації [34].

В сучасному світі відбувається перехід системи цивільного захисту від реагування на можливі надзвичайні ситуації до забезпечення стійкості держави під час різних кризових ситуацій, а також посилення взаємодії органів управління та сил цивільного захисту зі збройними силами та правоохоронними органами.

У березні 2020 р. згідно з розпорядженням Уряду України для єдиної державної системи цивільного захисту на всій території України було встановлено режим надзвичайної ситуації з метою ліквідації наслідків медико-біологічної надзвичайної ситуації природного характеру державного рівня, забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, який з певною періодичністю подовжувався.

Єдина державна система цивільного захисту, на яку покладається його забезпечення, з 24.02.2022 року функціонує одночасно у двох режимах: режимі

надзвичайної ситуації, встановленому з метою ліквідації наслідків медико-біологічної надзвичайної ситуації природного характеру державного рівня і забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення, та перебуває у готовності до виконання завдань за призначенням в особливий період, у тому числі у воєнний час, з урахуванням особливостей відповідно до норм міжнародного гуманітарного права, законів України «Про правовий режим воєнного стану» та «Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію». На неї покладається ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій, які відбуваються не лише у повсякденних умовах, в умовах режиму надзвичайної ситуацій та карантину, а й під час воєнного стану.

Внаслідок масштабного збройного вторгнення військ РФ на територію України в країні згідно з Указом Президента України введено воєнний стан. На підставі цього за рішенням Уряду України з метою приведення у готовність єдиної державної системи цивільного захисту до виконання завдань за призначенням в умовах воєнного стану було введено в дію план цивільного захисту України на особливий період із встановленням ступеня готовності «повна готовність».

У двох останніх режимах країна живе вже понад два роки. У цей час відповідно до Закону України «Про правовий режим воєнного стану» та Порядку здійснення заходів під час запровадження комендантської години, тому тривалість робочої зміни не може закінчуватись пізніше ніж за годину до початку комендантської години згідно з міркувань безпеки [8,15].

Крім того, варто зазначити що з перших днів війни в країні було в повному обсязі застосовано систему оповіщення та інформування населення про повітряну тривогу: через державні та публічні телерадіокомпанії та операторів мобільного зв'язку. Тож з моменту отримання повідомлення про повітряну тривогу і до оголошення про відбій повітряної тривоги припиняється робота підприємства, установ та організацій з обов'язковим переміщенням персоналу та відвідувачів до найближчих укриттів цивільного захисту, якщо це не можливо — застосовують «правило двох стін». В окремих населених пунктах на цей час припиняється робота наземного громадського транспорту з висадкою пасажирів та прямуванням їх до найближчих укриттів цивільного захисту.

Укриття населення в захисних спорудах — це комплекс заходів із завчасним будівництвом захисних споруд, а також пристосуванням наявних приміщень для захисту населення та підтримання їх у готовності до використання.

Захисні споруди за своїм призначенням і захисними властивостями поділяються на сховища, протирадіаційні укриття (ПРУ) і найпростіші укриття — окопи.

Сховища і протирадіаційні укриття будують завчасно, вони мають подвійне призначення: для потреб об'єктів народного господарства (навчальні класи, для спортивних секцій та ін.) і укриття населення [10].

Сховища — це інженерні споруди, які забезпечують надійний захист людей від усіх уражаючих факторів ядерного вибуху, отруйних, бактеріальних засобів і уражаючих факторів звичайної зброї, обвалів і уламків зруйнованих будівель і споруд.

Протирадіаційне укриття (ПРУ) — це захисна споруда, яка забезпечує захист у ній людей від радіоактивних речовин і опромінення в зонах радіоактивного забруднення місцевості, отруйних і сильнодіючих ядучих речовин, біологічних засобів у краплинно-рідинному вигляді та світлового випромінювання ядерного вибуху, наслідків урагану.

Захисні властивості протирадіаційних укриттів оцінюються коефіцієнтом захисту, який показує, у скільки разів доза радіації на відкритій місцевості на висоті 1 м більша від дози радіації в укритті, тобто коефіцієнт захисту показує, у скільки разів ПРУ послаблює дію радіації, а відповідно і дозу опромінення людей.

Протирадіаційні укриття можуть обладнуватись насамперед у підвальних поверхах будинків і споруд.

Найпростішим укриттям для захисту населення є копи і землянки, які певною мірою захищають від ударної хвилі, світлового випромінювання, радіаційного ураження. Для будівництва окопів і землянок вибирають сухі підвищені місця.

Окоп роблять глибиною близько 2 м. Стіни укріплюють дошками, жердинами, хмизом, очеретяними фашинами або іншим підручним матеріалом. Входи роблять східчасті, під прямим кутом до осі щілини, і закривають дверима.

Інженерний захист. Для запобігання появі надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру під час проектування та експлуатації споруд, здійснюються заходи інженерного захисту.

Інженерний захист населення і територій — це комплекс організаційних і інженерно-технічних заходів, що проводяться завчасно, а також в оперативному порядку і спрямованих на запобігання або максимальне зниження втрат населення при виникненні надзвичайних ситуацій шляхом забезпечення укриття і життєдіяльності населення в захисних спорудах, запобігання, усунення або зниження до допустимого рівня негативного впливу вражаючих факторів стихійних лих, аварій, природних і техногенних катастроф.

Заходи інженерного захисту регламентуються низкою нормативних документів. Незважаючи на те що норми цих заходів значною мірою визначені з урахуванням потреб воєнного часу, виконання деякої частини з них сприяє захисту населення і територій від стихійних лих, аварій, природних і техногенних катастроф. Цим нормативним документом визначено вимоги до планування, розміщення і будівництва захисних споруд цивільної оборони, об'єктів економіки, будівель,

споруд, інженерних систем з урахуванням необхідності забезпечення їх безпеки в умовах як військових небезпек, так і надзвичайних ситуацій мирного часу.

За деякими оцінками, раціонально сплановані, підготовлені та реалізовані заходи інженерної зашиті забезпечують зниження можливих людських втрат і матеріального збитку до 30%, а в сейсмо, селе- і лавинонебезпечних районах — до 70%.

Інженерний захист планується і здійснюється на основі:

- Оцінки характеристик можливу небезпеку;
- Обліку категорій захищається населення;
- Результатів інженерно-геодезичних, геологічних, гідрометеорологічних вишукувань;
- Схем інженерного захисту території (генеральних, детальних, спеціальних);
- Врахування особливостей використання території.

На основі висновків оцінки інженерного захисту працівників підприємства визначити заходи щодо підвищення надійності захисту і відповідно підвищення стійкості роботи підприємства в умовах надзвичайних ситуацій [15].

Висновки

Для забезпечення захисту робітників та службовців необхідно вжити таких заходів:

- завчасно створити захисні споруди на об'єкті (бомбосховища або укриття) та прилеглий території;
- створити та підтримувати систему оповіщення та зв'язку для інформування працівників;
- забезпечення засобами індивідуального захисту кожного працівника;
- розробити план можливої евакуації працівників підприємства;
- інформування робітників про заходам захисту та дії під час сигналу повітряної тривоги.

Підготовка до дій щодо захисту населення у надзвичайній ситуації залежить від виду і ступеня можливих небезпек на конкретних територіях, а також від насиченості цих територій промисловими об'єктами, гідротехнічними спорудами і системами виробничої та соціальної інфраструктури, потужності і розташування потенційно небезпечних об'єктів, наявності захисних споруд, особливостей розселення населення, клімату та інших регіональні фактори мають бути враховані, диференційовані, сплановані та реалізовані.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основною задачею роботи було дослідження та удосконалення технології міцного пива шляхом його виморожування. На підставі аналізу досліджень та отриманих результатів можемо зробити висновки.

1. Доведено, що виробництво крафтового міцного пива з подальшим його виморожуванням дозволяє збільшити концентрацію етанолу і загальної кількості сухих речовин, а також дозволяє змінювати концентрацію смакових і ароматичних сполук без їх зайвих втрат, видаляючи виключно воду, залишаючи леткі речовини в рідині.

2. Встановлено, що періодичний спосіб більше підходить для крафтового виробництва, адже не потребує впровадження громіздкого дороговартісного обладнання. Це дозволяє впровадити дану технологію практично на будь-якому виробництві без додаткових витрат.

3. За даними досліджень значення індексу концентрації етилового спирту найбільші для зразка Witbier з найнижчим початковим вмістом спирту 4,12 % та найнижчою концентрацією сухих речовин 3,65 %. Найменші показники для зразка Porter з початковим вмістом спирту 4,14 % та найвищою концентрацією сухих речовин 4,73 %.

4. Концентрування шляхом виморожування значно збільшило інтенсивність 28 % дескрипторів порівняно зі стандартним зразком, а також призвело до появи трьох нових дескрипторів (10 %) і дозволило зберегти інші 41 %.

5. Експериментально досліджено та визначено та підтверджено закономірність впливу вмісту спирту, сухих речовин та зброджуваних цукрів на середній коефіцієнт розподілу (відношення концентрації речовин у льодовому залишку до відношення концентрації розчиненої речовини в сконцентрованій рідині).

6. Пиво отримане за удосконаленою технологією має високі органолептичні та нормативні фізико хімічні показники.

7. Впроваджено заходи з охорони праці та цивільного захисту при виробництві розробленої технології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «ВЕЛВАНА». Теплоносії ЕТЕРМ на основі етиленгліколю. Режим доступу: https://friterm.ua/ua/holodonosiii/vodni_rozchini_glikolej_pg_meg.html (дата звернення: 08.12.2024)
2. Домарецький В.А. Технологія солоду і пива: підруч. Київ: ІНКОС, 2004. 544 с.
3. ДСТУ 3888: 2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 2015. 14 с.
4. Інновації в технологіях продуктів бродіння і виноробства [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання / В.Л. Прибильський та ін. //за ред. В.Л. Прибильський. Київ: НУХТ, 2022. 275 с.
5. Інструкція санітарно-мікробіологічного контролю пивоварного і безалкогольного виробництва ІК 00032744-4246-2006 : від 30.05.2006 р.
6. Крафтове пиво URL: <https://beerscience.in.ua/uk/kraftove-pyvo-scho-ce/> (дата звернення: 26.09.2024).
7. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс]: / уклад. А.М. Куц, В.Л. Прибильський, М.В. Білько. Київ: НУХТ, 2022. 66 с.
8. Організація охорони праці на підприємстві. *Експертус*. URL: https://pro-op.com.ua/article/378-organzatsya-ohoroni-prats#anc_1 (дата звернення: 30.11.2024).
9. Про затвердження Правил охорони праці для працівників виробництва солоду, пива та безалкогольних напоїв: Наказ М-ва соц. політики України від 18.04.2017 р. № 635. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0633-17#Text> (дата звернення: 25.11.2024).
10. Роль охорони праці на підприємстві. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/151c1863-5c80-4c73-a432-aeeb28c6e2c1/content> (дата звернення 04.12.2024)
11. Солод для пивоваріння в Україні URL: <https://homebeer.com.ua/solod> (дата звернення 28.10.2024)
12. Солод спеціальний ячмінний URL: <https://homebrewery.in.ua/ua/p63857793-solod-spetsialnyj-yachmennyj.html> (дата звернення 28.10.2024)
13. Стилів пива URL: <https://www.beer.ua/statti/poiasnennia-vsikh-styliv-pyva/> (дата звернення 28.09.2024)

14. Технології продуктів спиртового бродіння. Модуль 1. Технологія пива [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до проведення практичних занять для здобувачів освітнього ступення «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харсові технології та інженерія» денної та заочної форм здобуття освіти/уклад. Р.М. Мукоїд, А.М. Куц. Київ: НУХТ, 2024. 144 с.
15. Цивільний захист на підприємстві: в мирний час та в умовах воєнного стану. URL: <https://e.oppb.com.ua/okhorona-pratsi-i-pozhezhna-bezpeka-2023-1/tsyvilnyy-zakhyst-na-pidpryyemstvi-v-myrnyy-chas-ta-v> (дата звернення 02.12.2024)
16. Anton Paar URL: [https://dlu.com.ua/ANTON-PAAR-\(%D0%90%D0%B2%D1%81%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F\)](https://dlu.com.ua/ANTON-PAAR-(%D0%90%D0%B2%D1%81%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F)) (дата звернення 16.09.2024)
17. Alves, V., Gonçalves, J., Figueira, J. A., Ornelas, L. P., Branco, R. N., Câmara, J. S., & Pereira, J. A. M. (2020). Beer volatile fingerprinting at different brewing steps. In Food Chemistry (Vol. 326, p. 126856). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126856>
18. Chandrashekar, D. Yarmolinsky, L. von Buchholtz, Y. Oka, W. Sly, N. Ryba, C. Zuker, Science 326 (2009) 443
19. de Lima, A. C., Aceña, L., Mestres, M., & Boqué, R. (2023). Monitoring the Evolution of the Aroma Profile of Lager Beer in Aluminium Cans and Glass Bottles during the Natural Ageing Process by Means of HS-SPME/GC-MS and Multivariate Analysis. In Molecules (Vol. 28, Issue 6, p. 2807). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules28062807>
20. Dette, S., & Maetz, L. (2020). TWICE™—an ice-cold process for highest food concentration. Sulzer Technical Review, (1)
21. GEA. Freeze concentration of alcoholic products. Режим доступу: <https://www.gea.com/en/assets/171189/> (дата звернення: 18.10.2024)
22. Gonzalez Viejo, C., Fuentes, S., Torrico, D. D., Godbole, A., & Dunshea, F. R. (2019). Chemical characterization of aromas in beer and their effect on consumers liking. In Food Chemistry (Vol. 293, pp. 479...485). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.114>
23. Gunathilake, M., Shimmura, K., Dozen, M., & Miyawaki, O. (2014). Flavor Retention in Progressive Freeze-Concentration of Coffee Extract and Pear (La France) Juice Flavor Condensate. In Food Science and Technology Research (Vol. 20, Issue 3, pp. 547–554). Japanese Society for Food Science and Technology. <https://doi.org/10.3136/fstr.20.547>
24. Kinder D. Propylene Glycol (PG) in Alcoholic Beverages. Chromatography Online. Режим доступу: <https://www.chromatographyonline.com/view/propylene-glycol-pg-alcoholic-beverages> (дата звернення: 05.11.2024)

25. Li, F., Men, Z., Li, S., Wang, S., Li, Z., & Sun, C. (2018). Study of hydrogen bonding in ethanol-water binary solutions by Raman spectroscopy. In *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* (Vol. 189, pp. 621–624). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2017.08.077>
26. Liger-Belair, G. (2016). Wines: Champagne and Sparkling Wines – Production and Effervescence. In *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 526–533). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00755-8>
27. Martinez-Rodriguez, A.; Carrascosa, A.; Martin-Alvarez, P.; Moreno-Arribas, V.; Polo, M. Influence of the yeast strain on the changes of the amino acids, peptides and proteins during sparkling wine production by the traditional method. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 2002, 29, 314–322
28. Martinez-Rodriguez, A.J.; Polo, M.C. Enological aspects of yeast autolysis. *Recent Res. Dev. Microbiol.* 2000, 285–301
29. Miyawaki, O., Gunathilake, M., Omote, C., Koyanagi, T., Sasaki, T., Take, H., Matsuda, A., Ishisaki, K., Miwa, S., & Kitano, S. (2016). Progressive freeze-concentration of apple juice and its application to produce a new type apple wine. *Journal of Food Engineering*, 171, 153-158
30. Moreno, F. L., Quintanilla-Carvajal, M. X., Sotelo, L. I., Osorio, C., Raventós, M., Hernández, E., & Ruiz, Y. (2015). Volatile compounds, sensory quality and ice morphology in falling-film and block freeze concentration of coffee extract. In *Journal of Food Engineering* (Vol. 166, pp. 64–71). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.05.018>
31. Moreno, F. L., Raventós, M., Hernández, E., & Ruiz, Y. (2014). Behaviour of falling-film freeze concentration of coffee extract. In *Journal of Food Engineering* (Vol. 141, pp. 20–26). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.05.012>
32. Moreno, F. L., Raventós, M., Hernández, E., & Ruiz, Y. (2014). Block freeze-concentration of coffee extract: Effect of freezing and thawing stages on solute recovery and bioactive compounds. In *Journal of Food Engineering* (Vol. 120, pp. 158–166). Elsevier BV. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.07.034
33. Myerson, A. S., Erdemir, D., & Lee, A. Y. (Eds.). (2019). *Handbook of Industrial Crystallization*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139026949>
34. Okawa, S., Ito, T., & Saito, A. (2009). Effect of crystal orientation on freeze concentration of solutions. In *International Journal of Refrigeration* (Vol. 32, Issue 2, pp. 246–252). Elsevier BV. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2008.06.001
35. Orellana-Palma, P., Lazo-Mercado, V., Gianelli, M. P., Hernández, E., Zúñiga, R. N., & Petzold, G. (2020). Influence of Cryoconcentration on Quality Attributes of Apple Juice (*Malus Domestica* cv. Red Fuji). In *Applied Sciences* (Vol. 10, Issue 3, p. 959). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app10030959>

36. Osorio, M., Moreno, F. L., Hernández, E., & Ruiz-Pardo, R. Y. (2023). Impact of falling-film freeze concentration in a commercial Lager beer. In *Journal of Food Process Engineering* (Vol. 46, Issue 4). Wiley. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14292>
37. Osorio, M., Moreno, F. L., Hernández, E., Filomena-Ambrosio, A., Osorio, C., & Ruiz, Y. (2024). Effects of progressive freeze concentration on craft beer: Volatile compounds, sensory profile, and physicochemical characteristics. In *LWT* (Vol. 191, p. 115662). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115662>
38. Petzold, G., & Aguilera, J. M. (2009). Ice Morphology: Fundamentals and Technological Applications in Foods. In *Food Biophysics* (Vol. 4, Issue 4, pp. 378–396). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s11483-009-9136-5>
39. Petzold, G., Moreno, J., Lastra, P., Rojas, K., & Orellana, P. (2015). Block freeze concentration assisted by centrifugation applied to blueberry and pineapple juices. In *Innovative Food Science & Emerging Technologies* (Vol. 30, pp. 192–197). Elsevier BV. doi: 10.1016/j.ifset.2015.03.007
40. Petzold, G., Orellana, P., Moreno, J., Cerda, E., & Parra, P. (2016). Vacuum-assisted block freeze concentration applied to wine. In *Innovative Food Science & Emerging Technologies* (Vol. 36, pp. 330–335). Elsevier BV. doi: 10.1016/j.ifset.2016.07.019
41. Protecting the Authentic, Traditional, Live and Raw Kombucha Product We All Love Stout Tanks and Kettles. Stout Tanks and Kettles. Режим доступа: <https://conical-fermenter.com/blog/protecting-the-authentic-traditional-live-and-raw-kombucha-product-we-all-love/> (дата звернення: 10.10.2024)
42. Sánchez, J., Hernández, E., Auleda, J. M., & Raventós, M. (2011). Freeze concentration of whey in a falling-film based pilot plant: Process and characterization. In *Journal of Food Engineering* (Vol. 103, Issue 2, pp. 147–155). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.10.009>
43. Sánchez, J., Ruiz, Y., Auleda, J. M., Hernández, E., & Raventós, M. (2009). Review. Freeze Concentration in the Fruit Juices Industry. In *Food Science and Technology International* (Vol. 15, Issue 4, pp. 303–315). SAGE Publications. <https://doi.org/10.1177/1082013209344267>
44. Wu, Y.-Y., Xing, K., Zhang, X.-X., Wang, H., Wang, Y., Wang, F., & Li, J.-M. (2017). Influence of Freeze Concentration Technique on Aromatic and Phenolic Compounds, Color Attributes, and Sensory Properties of Cabernet Sauvignon Wine. In *Molecules* (Vol. 22, Issue 6, p. 899). MDPI AG. doi: 10.3390/molecules22060899
45. Yeast Guide - Brewing Science. Brewing Science. Режим доступа: <https://brewingscience.com/yeast-guide/> (дата звернення: 12.12.2024)
46. Zode, S. S., Thakore, S. D., & Bansal, A. K. (2019). Effect of process parameters on phase behavior and particle size of aspirin during freeze concentration. In

Drying Technology (Vol. 38, Issue 14, pp. 1891–1903). Informa UK Limited.
doi:10.1080/07373937.2019.1686010

ДОДАТКИ

Додаток А

Затверджено на засіданні кафедри
біотехнологій продуктів бродіння і
виноробства НУХТ,
протокол № 1 від 29 серпня 2024 р.
Зав. кафедри _____ А.М. Куц
29 серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

кваліфікаційної роботи на тему:

**«Дослідження та удосконалення технології міцного пива шляхом його
виморожування»**

ВСТУП

1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИМОРОЖУВАННЯ МІЦНОГО ПИВА (аналітичний огляд)

- 1.2 Класифікація пива
- 1.3 Асортимент крафтового пива
- 1.5 Характеристика сорту Eisbock
- 1.5 Суть процесу виморожування
- 1.6 Висновки

2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

- 2.1 Матеріали досліджень
- 2.2 Методи досліджень
- 2.3 Методика досліджень
- 2.4 Оброблення результатів досліджень

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЦНОГО ПИВА ШЛЯХОМ ЙОГО ВИМОРОЖУВАННЯ (експериментальна частина)

- 3.1 Вплив концентрації сухих речовин та спирту при виморожуванні пива
- 3.2 Способи виморожування пива
 - 3.2.1 Безперервний спосіб виморожування пива
 - 3.2.2 Періодичний спосіб виморожування пива
- 3.3 Характеристика способів сприйняття смаку і ароматів пива
 - 3.3.1 Дегустаційний процес
 - 3.3.2 Фізико-хімічні показники та сполуки, що утворилися в процесі бродіння при виморожуванні
- 3.4 Висновки

4. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

**6. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
ДОДАТКИ**

Здобувач

Павло МАТЕЇЧ

Керівник роботи, завідувач кафедри,
доцент, канд. техн. наук

Анатолій КУЦ

ДОДАТОК Б

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

**90th
International scientific conference
of young scientist and students**

**"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"**

April, 11–12 2024

Part 1

Kyiv, NUFT, 2024

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

90-та
Міжнародна наукова
конференція молодих учених,
аспірантів і студентів

"Наукові здобутки молоді –
вирішенню проблем
харчування людства у ХХІ
столітті"

11–12 квітня 2024 р.

Частина 1

Київ НУХТ 2024

Зміст

Introduction	7
1. Technology of functional ingredients and new food.....	9
2. Foodstuff expertise	69
3. Technology of bread, pastry, pasta and food concentrates	110
4. Grain processing technology	142
5. Technology of sugars, polysaccharides and water treatment.....	162
6. Technology of fermentation and wine.....	196
7. Technology of preservation	220
8. Technology of meat and meat products.....	254
9. Technology of milk and dairy products.....	308
10. Technology of fats and perfumery-cosmetic products	328
11. Ecology and sustainable development	340
12. Biotechnologies and bioengineering.....	366

Content

Передмова.....	7
1. Технологія функціональних інгредієнтів та нових харчових продуктів.....	9
2. Експертизи харчових продуктів.....	69
3. Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів.....	110
4. Технологія переробки зерна.....	142
5. Технології цукру, полісахаридів і підготовки води.....	162
6. Технологія продуктів бродіння і виноробства.....	196
7. Технологія консервування.....	220
8. Технологія м'яса і м'ясних продуктів.....	254
9. Технологія молока і молочних продуктів	308
10. Технологія жирів та парфумерно-косметичних виробів.....	328
11. Екологія і сталий розвиток	340
12. Біотехнології та біоінженерія.....	366

7. Отримання концентрованих пивних напоїв технологією виморожування

Микита Дяченко, Павло Матеїч, Анатолій Куц, Роман Мукоїд
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Популярність крафтового пива зростає завдяки різноманітності і складності його смакових і ароматичних профілів. Це досягається впровадженням особливих технологій виробництва, які дозволяють створювати унікальні стилі напою та мають гарні перспективи на українському ринку крафтових пивних напоїв.

Мета дослідження. Ознайомлення з основними характеристиками і аспектами отримання міцного пива способом його концентрування виморожуванням.

Матеріали та методи. Дослідження іноземних публікацій у наукових журналах, що спеціалізуються на застосуванні інженерних концепцій у харчовій промисловості.

Результати. Використання інноваційних технологічних підходів, направлених на урізноманітнення ринку, сприяють розробці нових продуктів у пивній промисловості. Напрямок підвищення концентрації вмісту спирту і сполук, що відповідають за смак є перспективним через важливість таких характеристик для споживача і майже повної відсутності аналогічних пивних напоїв на ринку.

Важливим є використання способу, що дозволяє видалити воду, уникаючи небажаного впливу на сполуки, що чутливі до зміни температур. Крім вище зазначених змінених характеристик, застосування технологій концентрації виморожуванням дозволяє отримати продукт з більш стійкою мікробіологічною і хімічною стабільністю. Процеси засновані на ідеї видалення води шляхом утворення і відокремлення кристалів льоду.

Концентрація поступовим заморожуванням при перемішуванні була успішно застосована до трьох видів крафтового пива. Отримані концентровані зразки мали підвищений вміст спирту, загальних сухих речовин, поліфенолів і зброджуваних цукрів. Але отримані зразки значно відрізнялись від початкових за кольором і сенсорними профілями, але їх характеристики все ще знаходились в межах параметрів якості відповідних сортів пива [1].

Іншим з напрямків цього способу є концентрування методом фазового наморожування наявної води у вигляді шару льоду на охолодженій поверхні. Застосування цього способу на лагерному пиві також показало значне збільшення інтенсивності дескрипторів сенсорного профілю [2].

Одним з провідних постачальників обладнання для концентрування способом виморожування є міжнародна компанія GEA, їх системи дозволяють проводити безперервні робочі цикли впродовж тижнів без проміжного очищення [3].

Висновки. Застосування способів концентрування виморожуванням є перспективним для розробки нових пивних продуктів для українського ринку, а використання провідного обладнання полегшить впровадження цих систем в діючі виробництва.

Список літератури

1. Effects of progressive freeze concentration on craft beer: Volatile compounds, sensory profile, and physicochemical characteristics / M. Osorio etc. LWT. 2024. Vol. 191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115662> (дата звернення 25.02.2024).

2. Impact of falling-film freeze concentration in a commercial Lager beer / M. Osorio etc. Journal of Food Process Engineering. 2023. Vol. 46, № 4. e14292. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.14292> (дата звернення 25.02.2024).

3. GEA. Веб-сайт. URL: <https://www.gea.com/> (дата звернення: 25.02.2024).