

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Обґрунтування технології використання різних
штамів дріжджів у формуванні сенсорних
показників пива**

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-2-21
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Діана КНІТЕЛЬ

Керівник: _____ Наталія СОБА

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«07» травня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кнітель Діані Едуардівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології використання різних штамів дріжджів у формуванні сенсорних показників пива».

Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 963.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи: 09 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: 1) Літературні джерела та періодичні видання.
2) Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва пива.
3) Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1) Огляд літературних джерел. 2) Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3) Експериментальна частина. 4) Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5) Організаційно-економічна частина. Загальні висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1) Характеристика дріжджів, використаних у дослідженні. 2) Мета, предмет та об'єкт дослідження. 3) Основні задачі кваліфікаційної роботи. 4) Вплив дріжджів на фізико-хімічні показники якості пива. 5) Вплив води на фізико-хімічні показники якості пива. 6) Вплив дріжджів на органолептичні показники якості пива. 7) Картка безпеки праці. 8) Кошторис витрат на проведення досліджень. 9) Загальні висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	доцентка СОВА Наталія	07.05.2025	09.06.2025

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Огляд літературних джерел	09.05-16.05.25	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	17.05-16.05.25	виконано
4	Експериментальна частина	17.05-29.05.25	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	30.05-03.06.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	04.06-06.06.25	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, бібліографія	07.06.25	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	08.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Діана КНІТЕЛЬ
(підпис)

Керівниця роботи _____ Наталія СОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології використання різних штамів дріжджів у формуванні сенсорних показників пива».

Кваліфікаційна робота бакалавра: 56 сторінок друкованого тексту, 14 рисунків, 14 таблиць, 25 літературних джерела.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва пива.

Метою роботи є – визначення впливу технологічних параметрів на органолептичні характеристики пива, зокрема смак, аромат, прозорість, колір, та піноутворення, шляхом аналізу дії різних штамів дріжджів, умов бродіння, способів охмелення та складу води.

Методи дослідження: Дослідження, передбачені завданням кваліфікаційної роботи, проводили за стандартними методиками в умовах ТОВ «Перший Дніпропетровський».

*Основну роль у пивному бродінні відіграють дріжджі роду *Saccharomyces cerevisiae* (верхове бродіння) та *Saccharomyces pastorianus* (низове бродіння). Саме завдяки їхній активності цукри сусла перетворюються на етанол та вуглекислий газ. Проте процес не обмежується лише спиртовим бродінням. У ході життєдіяльності дріжджі синтезують велику кількість побічних продуктів, таких як вищі спирти, ефіри, фенольні сполуки, органічні кислоти, які істотно впливають на аромат, смак, текстуру та пінність готового пива.*

Різні штами одного й того ж виду можуть відрізнятися метаболічною активністю, стійкістю до алкоголю, температурного режиму, швидкістю флокуляції та утворенням специфічних ароматичних профілів. Саме тому вибір штаму дріжджів є критичним технологічним етапом, що визначає характер продукту.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі визначено вплив дріжджів WHITE LABS WLP860 (у виробництві пілснера) та Fermentis 34/70 (у сорті лагер) на концентрацію діацетилу та органолептичні показники якості готової продукції. Також визначено вплив води зі співвідношенням сульфатів до хлоридів 140/180 та 180/140 на показники бродіння пива сорту пілснер.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДРІЖДЖІ, ПИВО, ЛАГЕР, ПІЛСНЕР, ДІАЦЕТИЛ, ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	7
1.1 Характеристика штамів дріжджів у пивоварному виробництв	7
1.2 Опис технології виробництва пива на прикладі сорту «Лагер».....	14
1.3 Опис технології виробництва пива на прикладі сорту «Пілснер».....	19
1.4 Коротка характеристика ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод».....	23
Висновки за розділом	27
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
Висновки за розділом	34
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	35
3.1 Постановка задачі дослідження	35
3.2 Визначення фізико-хімічних показників якості пива із використанням дріжджових штамів	38
Висновки за розділом	42
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	44
4.1 Розробка картки безпеки праці.....	44
4.2 Утилізація відходів від виробництва пива.....	44
Висновки за розділом	46
5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження випускової роботи	47
5.2 Розрахунок вартості дослідження	50
Висновки за розділом	51

ВСТУП

Пивоварна галузь займає важливе місце в харчовій промисловості України, що продовжує активно розвиватися в умовах сучасного ринку та продовжує інтегрувати у міжнародний простір.

Останніми роками в Україні спостерігається підвищений інтерес до крафтового пива та авторських сортів, що виготовляють в обмежених обсягах, з акцентом на унікальний смак та натуральні інгредієнти. Ця тенденція свідчить про формування нової культури споживання пива, яка ґрунтується на свідомому виборі споживача, його бажанні спробувати нові поєднання смаків, а також підтримувати локального виробника. Такий підхід відкриває нові можливості для малих і середніх пивоварень, які прагнуть зайняти своє місце на ринку.

Основну частину ринку пива наразі утримують чотири провідні міжнародні корпорації, які виробляють продукцію, що відноситься до преміального сегмента. Паралельно спостерігається поступове розширення крафтового напрямку – пива, виготовленого невеликими приватними пивоварнями, що використовують класичні рецептури та локальні інгредієнти. Такий тренд має своє походження зі Сполучених Штатів Америки, де на сьогодні частка крафтового пива становить близько чверті ринку. Попри активний розвиток цього сегмента, він ще не досяг рівня конкурентоспроможності з масовим виробництвом відомих брендів преміум-класу.

Топ-10 найвідоміших пивних марок: Оболонь, Львівське, Чернігівське, Zibert, Перша приватна броварня, Арсенал, Holsten, Tuborg, Nike, Рогань [1].

Пиво класифікують залежно від різних ознак, а саме за вмістом спирту (алкогольне, безалкогольне), за масовою часткою сухих речовин (світле, напівтемне, темне), за способом теплової обробки (непастеризоване, пастеризоване), за використанням фільтрації (нефільтроване, фільтроване), за особливостями рецептури (звичайне, спеціальне), за тривалістю зброджування (звичайне, оригінальне), за видом тари (пляшкове, бочкове, в банках), за призначенням (звичайного та лікувально-профілактичного споживання) [2].

Отже, пиво залишається одним із найзатребуваніших напоїв із стабільним споживчим інтересом. З метою збереження позицій на ринку та розширення пивного асортименту як в Україні, так і за її межами, пивовари постійно працюють над розробкою нових сортів. У виробництві активно використовують як традиційні інгредієнти, так і оригінальні добавки, що дозволяє задовольнити смаки різних категорій споживачів і сприяє підвищенню прибутковості підприємств. Така різноманітність продукції створює потребу в модернізації та уточненні існуючої класифікаційної системи пива.

Виходячи з актуальної проблеми сьогодення щодо необхідності дослідження технологічних процесів пивоваріння та розширення асортименту пива, можемо висунути гіпотезу щодо впливу різних штамів дріжджів на якісні показники пива.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Характеристика штамів дріжджів у пивоварному виробництві

У технології виготовлення пива застосовують різноманітні види дріжджових мікроорганізмів, які відіграють ключову роль у формуванні смакових, ароматичних властивостей напою, його прозорості та рівня спиртового вмісту. Найбільш поширеними видами дріжджів, які використовують у сучасному пивоварінні є лагерні дріжджі та елеві.

Fermentis SafLager W-34/70 – це лагерний штам дріжджів виду *Saccharomyces pastorianus*, який отримав широке визнання у світовій пивоварній практиці. Його походження пов'язане з Вайєнштефаном (Німеччина), там він був вперше виділений і набув популярності завдяки своїй унікальності. Цей штам дає змогу виготовляти лагерне пиво в поєднанні фруктових ароматів, забезпечуючи чисті смаки та високу легкість споживання [3].

Основні характеристики штаму Fermentis SafLager W-34/70:

- Температура бродіння: оптимально 12–15 °С, допустимий діапазон 9–22 °С
- Атенуація (ступінь зброджування): 80–84 %;
- Толерантність до алкоголю: 9–11% об;
- Флокуляція: середня до високої; дріжджі досить швидко осідають після завершення бродіння;
- Смаковий профіль чистий, нейтральний, з фруктовими та квітковими нотами; низький рівень ефірів і вищих спиртів;
- Час бродіння залежить від температури та щільності сусла; при підвищенні температури бродіння час скорочується без значного впливу на смаковий профіль.

Попри те, що Fermentis SafLager W-34/70 (*Saccharomyces pastorianus*) є класичним представником дріжджів, призначених для виробництва лагерного пива, їхнє застосування не обмежується лише пивоварною галуззю. Завдяки

унікальним метаболічним властивостям, цей штам може бути задіяний у різних секторах промисловості. Зокрема, у харчовому виробництві ці дріжджі іноді використовують у процесах ферментації альтернативних напоїв, включаючи сидри або безалкогольні ферментовані продукти. Їх здатність працювати при нижчих температурах і створювати чистий, збалансований смак робить їх привабливими для крафтових виробників функціональних напоїв. Також їх використовують для варіння традиційних німецьких лагерів, таких як післер, мюнхенський гелес, бок, дункель, завдяки чистому смаковому профілю та збалансованим ароматам.

Крім того, у біотехнологічній промисловості штам SafLager W-34/70 може бути застосований у процесах утворення біоетанолу або під час експериментальної ферментації в лабораторних умовах. Його стабільність і передбачуваність дають змогу використовувати його як зразок у технологічних дослідженнях або при тестуванні нових харчових середовищ [4].

WhiteLabs Munich WLP 860 Helles Lager – це класичний німецький штам, який ідеально підходить для виробництва стилів пива з м'яким солодовим профілем. WLP860 походить з найстарішої діючої пивоварні в Мюнхені, де цей штам був ретельно культивований і збережений пивоварами-монахами, які дотримуються давніх традицій. Його переважно застосовують для виготовлення традиційного мюнхенського хеллеса. Цей штам належить до низового типу бродіння і характеризується середньою флокуляцією, помірною толерантністю до алкоголю та рівнем атенуації в межах 68–72 %. в межах 68–72 %. Оптимальна температура ферментації для цього штаму становить 9–11 °C. WLP860 забезпечує чистий та збалансований смак пива з легким солодовим профілем, при цьому майже не утворює сірковмісних побічних продуктів, що робить його зручним у роботі для пивоварів.

Основні характеристики WhiteLabs Munich WLP 860 Helles Lager:

- Тип дріжджів: Лагерові (низового бродіння);
- Атенуація (ступінь зброджування): 68–72 %;
- Флокуляція (осадження): Середня;
- Толерантність до алкоголю: Середня (5–10 %);
- Оптимальна температура бродіння: 9–11 °C (48–52 °F);

- STA1: Негативний (не діастатичний);
- Смаковий профіль: Чистий, м'який смак з помірною солодовістю та низькою ефірністю. Цей штам зберігає баланс між солодовими і хмелевими нотами, характерний для традиційного мюнхенського гелесу.
- Час бродіння: Приблизно 7–14 днів при температурі 10–13°C, залежно від умов ферментації та бажаного результату. Для досягнення максимальної чистоти профілю рекомендоване холодне дозрівання (лагеринг) ще протягом 2–4 тижнів.

Дріжджі верхового бродіння, відомі як елеві дріжджі, належать до виду *Saccharomyces cerevisiae* і є ключовими мікроорганізмами у виробництві елів, стаутів, портерів, бельгійських та пшеничних сортів пива. Вони здійснюють ферментацію при вищих температурах (14–25 °C), що сприяє швидшому бродінню та утворенню складних ароматичних сполук, таких як ефіри та феноли, які надають пиву фруктові, пряні або квіткові ноти.

Ці дріжджі характеризуються високою флокуляцією, тобто здатністю утворювати щільний шар на поверхні сусла під час бродіння, що полегшує їхнє видалення після завершення процесу. Завдяки генетичному різноманіттю штамів *S. cerevisiae*, пивовари мають можливість обирати дріжджі з бажаними властивостями, такими як ступінь зброджування, ароматичний профіль та толерантність до алкоголю.

У сучасному пивоварінні також застосовують методи адаптивної лабораторної еволюції для покращення властивостей елевих дріжджів, що дозволяє підвищити ефективність бродіння та покращити якість пива без використання генетично модифікованих організмів [5].

Загалом, елеві дріжджі є незамінними у виробництві широкого спектру пивних стилів, забезпечуючи характерний смак та аромат, притаманний елям.

Елеві Дріжджі Fermentis US-05 від компанії Fermentis є сухим штамом верхового бродіння (*Saccharomyces cerevisiae*), що походить з американської пивоварної традиції [3]. Вважають, що цей штам є сухою формою відомого «Chico» штаму, який був ізольований у пивоварні Sierra Nevada в Каліфорнії [6].

Основні характеристики Fermentis US-05:

- Тип: Дріжджі верхового бродіння (*Saccharomyces cerevisiae*);
- Форма: Сухі активні дріжджі;
- Температура бродіння: 18–26 °C;
- Атенуація (ступінь зброджування): 78–82 %;
- Флокуляція (осадження): Середня;
- Толерантність до алкоголю: 9–11 %;
- Ароматичний профіль: Нейтральний, з низьким утворенням ефірів;
- Особливості: Формує щільну піну та демонструє хорошу здатність залишатися в суспензії під час бродіння;
- Смаковий профіль: Чистий, нейтральний профіль бродіння з низьким рівнем діацетилу та ефірів.
- Час бродіння: Залежно від умов ферментації, основне бродіння зазвичай завершується протягом 4–10 днів. Наприклад, при температурі 18 °C активне бродіння може тривати від 3 до 10 днів.

SafAle™ US-05 широко використовують для виробництва американських елів, таких як Pale Ale, IPA, Amber Ale, а також інших стилів, де бажаний чистий та нейтральний профіль бродіння. Завдяки своїй здатності підкреслювати хмелеві та солодові характеристики, цей штам є популярним серед пивоварів, які прагнуть досягти балансу між ароматом та смаком пива.

Хоча основне призначення SafAle US-05 – пивоваріння, компанія Fermentis також пропонує дріжджі для інших ферментованих напоїв, таких як сидр, вино та дистилати.

Fermentis S-04 – це англійський штам дріжджів верхового бродіння (*Saccharomyces cerevisiae*), відомий своєю швидкою ферментацією та високою флокуляцією. Цей штам був обраний за його здатність формувати компактний осад, що сприяє покращенню прозорості пива. Він ідеально підходить для широкого спектру англійських та американських елів, включаючи сильно охмелені сорти, і особливо адаптований для пива, що дозріває в бочках, а також для ферментації в циліндро-конічних танках [3].

Основні характеристики:

- Тип: Дріжджі верхового бродіння (*Saccharomyces cerevisiae*);
- Форма: Сухі активні дріжджі;
- Температура бродіння: 15–20 °C;
- Атенуація (ступінь зброджування): 72–75 %;
- Флокуляція (осадження): Висока;
- Толерантність до алкоголю: 9–11 %;
- Ароматичний профіль: Збалансовані фруктові та квіткові ноти;
- Особливості: Швидка ферментація та формування щільного осаду, що сприяє покращенню прозорості пива.

SafAle™ S-04 широко використовують для виробництва англійських елів, таких як біттер, стаут, портер, англійський IPA, мілд ель та інші стилі.

Попри те, що основна сфера використання дріжджів SafAle S-04 – це пивоваріння, існують приклади їх ефективного застосування у виробництві інших ферментованих напоїв, зокрема сидру, медовухи та імбирного пива. Цей штам демонструє стабільну продуктивність при бродінні напоїв із невисоким вмістом алкоголю, залишаючи при цьому легкий солодовий або фруктовий присмак завдяки помірній залишковій солодкості.

Точне походження штаму Fermentis S-33 не розкривають, але його широко використовують у виробництві бельгійських елів та інших фруктових і хмелевих стилів пива. Цей штам відомий своєю здатністю надавати пиву виражений фруктовий профіль та повноту смаку.

Основні характеристики:

- Тип: Дріжджі верхового бродіння (*Saccharomyces cerevisiae*);
- Форма: Сухі активні дріжджі;
- Температура бродіння: 15–20 °C (59–68 °F);
- Атенуація (ступінь зброджування): 68–72 %;
- Флокуляція (осадження): Середня;
- Толерантність до алкоголю: 9–11 %;
- Ароматичний профіль: Фруктовий, із вираженим, повним смаком, що залишає м'яке, збалансоване післясмакування;

- Особливості: Формує порошкоподібну муть при ресуспендуванні в пиві, що характерно для стилів з хмарністю, таких як NEIPA;
- Смаковий профіль: Легкий, злегка солодкуватий, з м'якими фруктовими відтінками та округлим смаком, характерним для елів із невисоким рівнем зброджування;
- Час бродіння: основне бродіння триває приблизно 4–6 днів при температурі 15–20 °C, після чого можливе дозрівання для стабілізації смаку.

SafAle™ S-33 ідеально підходить для виробництва бельгійських елів (Blond, Dubbel, Tripel, Quadrupel), сильних англійських елів (наприклад, Imperial Stouts) та New England IPA.

WhiteLabs WLP066 London Fog Ale Yeast – це штам дріжджів верхового бродіння (*Saccharomyces cerevisiae*), розроблений компанією White Labs. Цей штам був створений для виробництва Hazy/Juicy IPA, зокрема New England IPA, і є одним із найпопулярніших серед пивоварів, які прагнуть отримати м'який, фруктовий профіль з вираженим хмелевим характером [7].

Основні характеристики:

- Форма: Доступні у рідкому та сухому вигляді;
- Температура бродіння: 17–22 °C (64–72 °F);
- Атенуація (ступінь зброджування): 75–82 %;
- Флокуляція (осадження): Низька до середньої;
- Толерантність до алкоголю: Середня до високої (8–12 %);
- Ароматичний профіль: Виробляє аромати ананаса та червоного грейпфрута, з балансом хмелю та деякою залишковою солодкістю, що забезпечує оксамитову текстуру;
- Ароматичний профіль: Виробляє аромати ананаса та червоного грейпфрута, з балансом хмелю та деякою залишковою солодкістю, що забезпечує оксамитову текстуру.
- Час бродіння: Основне бродіння зазвичай триває 4–5 днів при оптимальній температурі 17–22 °C, однак для досягнення стабільного смакового профілю рекомендовано витримати додатковий період дозрівання.

Цей штам також рекомендують для інших стилів, таких як: American IPA, Barleywine, Blonde Ale Brown Ale, Double IPA, English Bitter, English IPA, Imperial Stout, Old Ale, Pale Ale, Porter, Red Ale, Scotch Ale, Stout. Штам забезпечує середній рівень естерів, подібний до WLP008 East Coast Ale Yeast, і залишає деяку залишкову солодкість, що допомагає підкреслити як солодові, так і хмелеві смаки та аромати [8].

WhiteLabs WLP001 California Ale Yeast – це перший комерційний штам дріжджів, випущений компанією White Labs у 1995 р. Він був ізольований із культури, яку використовувала пивоварня Sierra Nevada Brewing Co., і відомий як «Chico» штам. Цей штам швидко здобув популярність завдяки своїй універсальності та здатності забезпечувати чистий профіль бродіння [9].

Основні характеристики:

- Форма: Доступні у рідкому та сухому вигляді;
- Температура бродіння: 20–23 °C (68–73 °F);
- Атенуація (ступінь зброджування): 73–80 %;
- Флокуляція (осадження): Середня;
- Толерантність до алкоголю: Висока;
- Ароматичний профіль: Чистий, нейтральний, з акцентом на хмелеві та солодові ноти;
- Особливості: Швидко реасорбує діацетил, забезпечуючи чистий смак;
- Час бродіння: Основне бродіння штаму зазвичай триває 4–7 днів при температурі 20–22 °C. Після цього рекомендують ще кілька днів для дозрівання, аби дріжджі завершили очищення пива, оскільки цей штам має гарну флокуляцію та здатність до автолізу білків.

- Завдяки спільним характеристикам, таким як чисте бродіння та виражена ароматична експресія, WLP001 застосовують для стилів пива, подібних до тих, де зазвичай використовують WLP066, зокрема у New England IPA та інших мутних елів [6].

Завдяки спільним характеристикам, таким як чисте бродіння та виражена ароматична експресія, WLP001 застосовують для стилів пива, подібних до тих, де

зазвичай використовують WLP066, зокрема у New England IPA та інших мутних елів.

1.2 Опис технології виробництва пива на прикладі сорту «Лагер»

На рис. 1.1 наведено зовнішній вигляд пива FDB Lager та основні його характеристики.

FDB Lager – класичний представник лагера з сучасним акцентом на якість та чистоту смаку. Це світле нефільтроване і непастеризоване пиво, зварене за інфузійною технологією з використанням якісного ячмінного солоду, благородного хмелю та низових дріжджів. Завдяки процесу сепарування напій зберігає природну насиченість, характерну для нефільтрованих сортів, водночас залишаючись чистим та прозорим, із привабливим золотистим блиском [10].



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд пива FDB Lager та основні характеристики продукту

Ароматичний профіль пива – м’який, солодовий, із легким дріжджовим акцентом. У смаку відчувається чистота, баланс солодової основи та помірна

хмелева гіркота, яка не домінує, а підкреслює натуральність напою. Органолептичні показники якості пива FDB Lager вказані у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Органолептичні показники пива FDB Lager

Назва показника	Характеристика показника
	Світле не фільтроване непастеризоване
Зовнішній вигляд	Непрозора піниста рідина або прозора з опалесценцією без сторонніх включень не властивих пиву. Допускається наявність дріжджового осаду та частинок білково-дубильних сполук
Смак	Чистий смак солодового напою, з помірною хмелевою гіркотою, з присмаком дріжджів, без сторонніх присмаків
Аромат	Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, солодовий, без сторонніх запахів. Допускається слабкий дріжджовий аромат

Органолептичні властивості пива сорту «Лагер» повністю відповідають очікуваним характеристикам для світлого, нефільтрованого, пастеризованого пива. На рис. 1.2 наведено зовнішній вигляд пива сорту «Лагер», виробленого ТОВ «Перший Дніпровський пивзавод».



Рисунок 1.2 – Пляшка пива «FDB Lager» 4,5 % (Hop Hey Beer Shop) та розлите пиво в келиху

На рис. 1.2 видно етикетку з технічною інформацією про продукт, що підтверджує відповідність маркування фактичному зовнішньому вигляду пива. Присутній характерний золотистий колір і природне газування свідчать про якісне бродіння та правильне зберігання.

Окрім органолептичних властивостей, які визначають первинне враження споживача, важливу роль у контролі якості пива відіграють фізико-хімічні показники, що відображають стабільність технологічного процесу, відповідність стандартам та споживчі властивості напою. Основними з них є масова частка сухих речовин у суслі, об'ємна частка спирту, кислотність, вміст вуглекислого газу, колір та кількість дріжджових клітин. У табл. 1.2 наведено фізико-хімічні показники пива сорту «Лагер», які зазвичай отримують у ТОВ «Перший Дніпровський пивзавод».

Таблиця 1.2 – Фізико-хімічні показники пива сорту «Лагер»

Найменування показника	Оптимальне значення показника
Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	11,5±0,5
Об'ємна частка спирту, % об	4,5±0,5
Кислотність, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	1,2–2,8
Колір, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ води	0,2–1,8
Стійкість, не більше, діб - Світле не фільтроване непастеризоване	9

Наведені фізико-хімічні показники пива сорту «Лагер» свідчать про належне дотримання технології на всіх етапах його виробництва. Значення сухих речовин та спирту знаходяться в межах, визначених стандартами, що вказує на ефективне зброджування. Параметри кислотності та кольору відповідають допустимим нормам і забезпечують гармонійний смак і привабливий вигляд продукту. Встановлений термін зберігання (9 діб) є характерним для пива без фільтрації та пастеризації й вказує на необхідність дотримання умов транспортування та реалізації. Сукупність отриманих даних підтверджує високу якість продукції,

мікробіологічну безпечність та відповідність пива «Лагер» технологічним та споживчим критеріям.

Технологічний процесу виробництва пива сорту «Лагер» відбувається наступним чином. Приготування пивного сусла, освітлення, бродіння та доброджування, фільтрування та фасування пива проводять згідно з типовою технологічною інструкцією по виробництву солоду і пива ТІ 18-6-47, дотримуючись відповідних особливостей та вимог виробництва.

Для виготовлення пива із використанням дріжджів штаму *Saccharomyces pastorianus* Fermentis SafLager W-34/70 виконуються такі операції:

1. Санітарна підготовка виробництва.

1.1 Підготовка персоналу.

На цій стадії відбувається організація та ознайомлення працівників з технічними вимогами та застереженнями на виробництві. Усі співробітники зобов'язані мати чистий робочий одяг, вимити та продезінфікувати руки.

1.2 Підготовка миючих та дезінфікуючих засобів.

На даному етапі готуються миючі та дезінфікуючі розчини.

1.3 Підготовка приміщення.

На цій стадії проводиться генеральне прибирання приміщення із використанням миючих та дезінфікуючих засобів.

1.4 Підготовка обладнання та комунікацій.

На цьому етапі відбувається підготовка обладнання та устаткування для подальшого виробництва.

1.4.1 Миття обладнання.

Застосовуються миючі засоби. Після застосування миючих засобів потрібно очистити обладнання водою. Миття обладнання проводиться до та після кожного виробничого циклу.

1.4.2 Стерилізація обладнання.

На цій стадії за допомогою водяної пари ($P=0,5$ МПа, $t=130$ °С, впродовж 30 хв) здійснюється стерилізація виробничого обладнання. Відпрацьовану воду відправляють на знешкодження відходів.

2. Підготовка сировини.

На цій стадії здійснюється підготовка сировини (ячменю та гранул хмелю) для подальшого виробництва сусла.

2.1 Підготовка води.

На цій стадії відбувається підготовка води для підготовки сировини та виробництва пива. Проводиться очищення води від гідрокарбонатної жорсткості та забруднень.

2.2 Підготовка солоду.

На цьому етапі ячмінний солод очищують від домішок, подають на дробарку.

2.3 Подрібнення солоду.

Очищений солод надходить на 2-вальцеву дробарку.

2.4 Підготовка хмелю.

Гранульований хміль зберігається у герметичних ємностях до моменту внесення.

3. Приготування пивного сусла.

Пивне сусло готується настійним (інфузійним) способом. Гідромодуль затору – 1:4, початкова температура затирання 52 °С.

3.1 Затирання солоду.

Здійснюється у затиральному апараті з регулюванням нагрівання. Витримується 10-20 хв за температури 52 °С. Підігрівання до температури 63 °С, витримування 30 хв. Підігрівання затору до температури 70–72 °С, витримування – 20 хв (до повного оцукрювання). Підігрівання до температури 78 °С, перекачування для фільтрування.

3.2 Фільтрація сусла.

Затір перекачують у чистий підігрітий з покритими водою ситами фільтраційний чан. Температура промивної води 78–81 °С. Масова частка сухих речовин останньої промивної води – 1,5–2,0 %.

3.3 Кип'ятіння з хмелем.

Виконується у варильному котлі з хмелеукладанням. Кип'ятять сусло з хмелем протягом 1,0 год. Показник рН сусла 5,2–5,3. Норма гірких речовин Гс=0,7–

0,8 г/дал. Використовуються гранули хмелю гірких (22 %) та ароматичних (78 %) сортів.

Внесення гранул хмелю здійснюється за 2 порції в залежності від якості використання хмелепродуктів.

1 порція – 22 % гіркого хмелю через 10 хв після початку кип'ятіння.

2 порція – 78 % ароматичного хмелю за 5–10 хв до кінця кип'ятіння.

Масова частка сухих речовин у початковому суслі – 11,5 %.

3.4 Освітлення та охолодження.

Сусло направляється через гідроциклон та теплообмінник для охолодження до 14–15 °С. Проводиться аерація стерильним повітрям. Перед головним бродінням проводиться аерування холодного сусла стерильним повітрям із розрахунку кисню 8–10 мг/л.

4. Бродіння та доброджування.

4.1 Головне бродіння.

Здійснюється у циліндро-конічних бродильних апаратах. Дріжджі дозуються в обсязі 0,5–0,7 л/г. Температура – до 15 °С, 5–7 діб.

4.2 Доброджування.

Охолодження в тій же ємності до 0÷+2 °С. Дозрівання триває не менше 21 доби. Подається холодоагент через сорочку апарату.

5. Розлив у кеги.

Виконується на автоматизованій лінії розливу кегів. Попередньо кеги проходять обробку у мийно-дезінфекційному модулі. Готове пиво розливається у бочки (кеги) місткістю 30 л, 50 л [11].

1.3 Опис технології виробництва пива на прикладі сорту «Пілснер»

На рис. 1.3 наведено зовнішній вигляд пива FDB Ukrainian Pilsner та основні його характеристики.

FDB Ukrainian Pilsner – світле нефільтроване непастеризоване пиво, створене за традиційною рецептурою пілснерів із додаванням карамельного солоду. Це

поєднання забезпечує глибший, більш виразний смак у порівнянні з класичними лагерними сортами.

Пиво зварене за інфузійною технологією з використанням високоякісного ячмінного та карамельного солоду, благородного хмелю (включаючи ароматичні сорти) та низових дріжджів. Технологія сепарування дозволяє зберегти ароматичну насиченість та м'який дріжджовий характер, одночасно забезпечуючи прозорість та золотистий блиск.



Пиво FDB Ukrainian Pilsner

Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд пива FDB Ukrainian Pilsner та основні характеристики продукту

Ароматичний профіль – глибокий і збалансований, з вираженими солодовими нотами та ледь помітним карамельним відтінком. У ароматі відчувається чистота та легка хмелева свіжість, характерна для класичного пілснера. Смак – м'який, гармонійний, із помірною, але чітко окресленою гіркотою, яка вдало доповнює солодовий характер та залишає приємний, сухуватий післясмак. Органолептичні показники пива сорту «Пілснер» вказані у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Органолептичні показники якості пива FDB Ukrainian Pilsner

Назва показника	Характеристика показника
	Світле нефільтроване непастеризоване
Зовнішній вигляд	Непрозора піниста рідина або прозора з опалесценцією без сторонніх включень не властивих пиву .Допускається наявність дріжджового осаду та частинок білково-дубильних сполук.
Смак	Чистий смак солодового напою, з присмаком карамельного солоду, з помірною хмелевою гіркотою, з присмаком дріжджів, без сторонніх присмаків.
Аромат	Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, солодовий, без сторонніх запахів. Допускається слабкий дріжджовий аромат.

Органолептичні показники пива сорту «Пілснер» повністю відповідають вимогам до світлого нефільтрованого непастеризованого пива. Загальна характеристика підтверджує відповідність готового продукту заявленому сорту та якісним стандартам.

На рис. 1.4 наведено зовнішній вигляд пива сорту «Пілснер», виробленого ТОВ «Перший Дніпровський пивзавод».

На рис. 1.4 видно етикетку з технічною інформацією про продукт, що підтверджує відповідність маркування фактичному зовнішньому вигляду пива. Присутній золотисто-янтарний колір, відсутність сторонніх включень та легке природне газування свідчать про дотримання технології бродіння й належне зберігання продукту. Допускається незначна мутність, властива нефільтрованим сортам пілснера.

У табл. 1.4 наведені основні фізико-хімічні показники пива сорту «Пілснер», які зазвичай отримують у ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод».



Рисунок 1.4 – Пляшка пива «FDB Ukrainian Pilsner r» 4,0 % (Hop Hey Beer Shop) та розлите пиво в келиху

Таблиця 1.4. – Фізико-хімічні показники пива «Пілснер»

Найменування показника	Оптимальне значення показника
Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	11,5±0,5
Об'ємна частка спирту, % об.	4,5±0,5
Кислотність, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	1,2–2,8
Колір, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ води	0,2–1,8
Стійкість, не більше, діб - Світле не фільтроване непастеризоване	9 діб

Фізико-хімічні показники пива «Пілснер» підтверджують стабільність технологічного процесу та відповідність продукції вимогам ДСТУ 3888:2015. Усі параметри знаходяться в межах допустимих значень, що свідчить про якісне зброджування, правильну рецептуру та дотримання умов виробництва.

Технологічний процесу виробництва пива сорту «Пілснер» відбувається наступним чином. Приготування пивного сусла, освітлення, бродіння та доброджування, фільтрування та фасування пива проводять згідно з типовою

технологічною інструкцією по виробництву солоду і пива ТІ 18-6-47, дотримуючись відповідних особливостей та вимог виробництва.

Для виготовлення пива з використанням дріжджів штаму WhiteLabs Munich WLP 860 Helles Lager проводять такі операції: санітарна підготовка виробництва (підготовка персоналу, мийних та дезінфекуючих засобів, приміщення, обладнання та комунікацій, миття обладнання, стерилізація обладнання), підготовка сировини (підготовка води, солоду, подрібнення солоду, підготовка хмелю), приготування пивного сусла (затирання солоду, фільтрація сусла, кип'ятіння з хмелем, освітлення та охолодження), бродіння та доброджування (головне бродіння, доброджування), розлив у кеги. Всі перераховані операції відбуваються аналогічно до технології виробництва пива з використанням дріжджів штаму *Saccharomyces pastorianus* Fermentis SafLager W-34/70, яка наведена в минулому підрозділі. Відмінності присутні у подрібненні солоду (рекомендований склад помелу: лузги – 15–18 %, крупної крупки – 12–15 %, дрібної 30–35 %, борошно 25–35 %), внесенні гранул хмелю при кип'ятінні (внесення гранул хмелю проводять за 3 порції в залежності від якості використання хмелепродуктів. 1 порція – 40 % гіркого хмелю перед початком кип'ятіння. 2 порція – 10 % ароматичного + 10 % гіркого хмелю через 40 хв після початку кип'ятіння. 3 порція – 40 % ароматичного хмелю за 10 хв до кінця кип'ятіння. Масова частка сухих речовин у початковому суслі – 11,5 %) і тривалості головного бродіння (5–9 діб) [11].

1.4 Коротка характеристика ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод»

ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод» (брендова назва – First Dnipro Brewery) – це сучасне українське підприємство, яке спеціалізується на виробництві крафтового пива за класичними та авторськими технологіями. Завод розташований у м. Дніпро та веде свою діяльність з 2008 року. Компанія належить до числа перших самостійних та незалежних виробників пива в регіоні, яке започаткувало культуру крафтового пивоваріння в Україні.

Для виробництва пива традиційно використовують такі інгредієнти: воду (яка проходить попереднє очищення), солод (ячмінний, пшеничний, карамельний тощо), хміль (українського та іноземного походження), пивні дріжджі (верхового та низового бродіння), для окремих стилів (у межах авторських рецептів) – додаткові компоненти (спеції, фрукти). Основні етапи виробництва пива у ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод» представлено на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Процес виробництва пива у ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод»

Нам першому етапі проводять затирання. При затиранні подрібнений солод змішується з водою. Під час ферментації відбувається гідроліз крохмалю, утворюючи цукри, які необхідні для подальшого бродіння. На другому етапі проводять фільтрацію. Фільтрація – відокремлення рідкої частини (сусла) від твердої (дробини). На третьому етапі проводять кип'ятіння з хмелем. Сусло кип'ятиться, у нього додається хміль, формується аромат і гіркота. Далі проводять охолодження до температури бродіння $0+2^{\circ}\text{C}$. Основне бродіння відбувається у ферментаторах за температури $18-22^{\circ}\text{C}$ для елів та $10-12^{\circ}\text{C}$ для лагерів. Дозрівання триває не менше 21 діб при температурі $0+2^{\circ}\text{C}$. Карбонізація –

насичення пива природнім вуглецем. Більшість сортів пива залишаються нефільтрованими. Готове пиво направляють на розлив (фасування) в кеги.

Асортимент ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод» охоплює вишукану палітру смаків: від легкого, хмелевого елю до насиченого портера та карамельно-кремового стауту. Кожен сорт має чітко виражені органолептичні властивості, що підтверджені професійними дегустаціями та нагородами. Це сприяє збереженню лідерських позицій підприємства на ринку крафтового пива, задовольняючи широкий спектр споживачів – від поціновувачів живого пива до любителів експериментальних смаків.

Технологія пивоваріння на ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод» істотно відрізняється від підходів традиційних заводів, насамперед філософією виробництва: замість масовості – індивідуальність, замість консервації – натуральність, замість стандартизації – смакове розмаїття. Це дозволяє підприємству ефективно працювати у висококонкурентному сегменті крафтового пива, формуючи лояльну аудиторію споживачів і підвищуючи конкурентоспроможність своєї продукції. Усі стадії технологічного процесу перебувають під постійним внутрішнім контролем: вимірюються показники кислотності, щільності, вмісту спирту, проводиться мікробіологічний аналіз, здійснюється дегустаційна оцінка готової продукції. Підприємство впровадило комплексну систему управління якістю, що забезпечує високий рівень безпечності та стандартів продукції: завдяки суворому контролю чистоти й дотриманню критичних точок, ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод» успішно отримало сертифікат ISO-зразка. Відомо, що це сертифікат ISO, пов'язаний із системами безпеки – найчастіше йдеться про ISO 22000. ISO 22000 відповідає стандартам менеджменту безпечності харчових продуктів, включає вимоги HACCP і процедури контролю на кожному рівні виробництва.

Асортимент ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод» нараховує близько 8–10 постійних сортів пива та значну кількість сезонних/експериментальних варок. Продукція позиціонується як непастеризоване, натуральне пиво, виготовлене без додавання консервантів, ароматизаторів чи стабілізаторів. Характеристика основних видів продукції представлена у табл. 1.5. Крім того, підприємство щороку

експериментує з новими рецептами у межах тематичних проєктів, серед яких «Art of Beer», «Emotions», «Legendary Stars», «Freestyle», «Beer Tunes» тощо.

Таблиця 1.5 – Асортимент продукції ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод»

Сорт пива	ABV/IBU	Смак, аромат	Нагороди/ Особливості
1	2	3	4
L.APA (American Pale Ale) 	5 % / 30	Яскраві цитрусові ноти (мандарин, грейпфрут, лайм) домінує грейпфрут, диня, агрус; легкі карамельні ноти, гіркота помітна, але швидко згасає, розкриваються цитрусові відтінки	Популярний серед споживачів та здобувач нагород на конкурсі Нор Сип Ukraine (срібло в категорії APA)
Pilsner (чеського стилю лагер) 	4,7 % / ~27	Чистий солодовий профіль зі свіжими цитрусовими нотами, легка гірчинка	Срібло на Нор Сип Ukraine 2020 у категорії Pale Lager (Hippie Pils)
Captain Morion (Baltic Porter) 	6,5 % / ~22	Насичений карамельно-шоколадний, зі складними відтінками сухофруктів, кави, легкого віск; сухий, з нотами обсмажених зерен	Срібна медаль East European Beer Award 2018 (Porter/Stout)

Продовження табл. 1.5

1	2	3	4
Пиво FDB «Puaripa» (Belgian IPA) 	5,5 % / 60	Цитрусові ноти, ягоди, яблуко та зелений перець. Аромат помірно-хмільовий з нотами папайї. Інтенсивна фруктові гіркота	Володар бронзової нагороди на Нор Сип Ukraine 2021 у категорії Belgian IPA
Пиво FDB «Hopkins» (English IPA) 	5,5 % / 42	Виражена гіркота, яскравий хмелевий аромат – цитрус, трава, прянощі	Hopkins здобув золото в категорії IPA на Нор Сип Ukraine 2020

Висновки за розділом

Охарактеризовано різні штами пивоварних дріжджів, які використовують у виробництві елів та лагерів. Розглянуто біотехнологічні характеристики провідних штамів верхового та низового бродіння, які використовують у виробництві пива різних стилів.

Відомими є дослідження щодо використання штамів дріжджів не лише у пивоварному виробництві, а й у хлібопеченні, виноробстві, а також у виробництві біоетанолу. Їх метаболічні властивості здатні ефективно зброджувати різні види цукрів, що робить їх важливими мікроорганізмами у харчовій промисловості.

Сформовано мету кваліфікаційної роботи – визначення впливу технологічних параметрів на органолептичні характеристики пива, зокрема смак, аромат, прозорість, колір, та піноутворення, шляхом аналізу дії різних штамів дріжджів, умов бродіння, способів охмелення та складу води.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт дослідження випускової роботи – процес бродіння пива з використанням різних штамів пивоварних дріжджів. Предмет дослідження – вплив штамів дріжджів Fermentis 34/70 та WHITE LABS WLP860 на сенсорні характеристики пива в умовах бродіння. Дослідження, визначені завданням випускової роботи, проводили під час переддипломної практики у виробничих умовах ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод».

Для проведення дослідження кваліфікаційної роботи використовували дріжджі SafLager™ W-34/70 «Fermentis» та WLP860 Munich Helles Lager Yeast – ТМ «White Labs» (рис. 2.1).

Fermentis SafLager W-34/70 – дріжджі низового бродіння які забезпечують чистий аромат із легкими фруктовими відтінками. Працюють при 12–15 °С, мають високу флокуляцію, хорошу спиртостійкість (до 11 %) і ефективне зброджування (80–84 %). Використовуються у виробництві лагерів і ферментованих напоїв завдяки стабільним характеристикам. Мають чистий та м'який смак з легкими фруктовими нотами. Час бродіння змінюється залежно від температурних умов і густини сусла; підвищення температури пришвидшує процес без значних змін у ароматичних властивостях.

WhiteLabs Munich WLP 860 Helles Lager – лагерний штам низового бродіння з м'яким солодовим профілем та чистим ароматом. Має середню флокуляцію, атенуацію 68–72 %, працює при 9–11 °С. Забезпечує збалансований смак без надлишку ефірів та сірчаних сполук. Ідеально підходить для класичних сортів мюнхенського типу. Ідеально підходить для виробництва лагерів типу Helles, де важлива делікатність та прозорість смаку.

Також для виробництва пива використовували ячмінний солод, хміль та воду.



1



3

Рисунок 2.1 – Штамові дріжджі, які використані у дослідженні:
1 – Дріжджі SafLager™ W-34/70, 2 – дріжджі WLP860 Munich Helles Lager Yeast.

Ячмінь має велике значення у виробництві пива. Практично всі сорти пива виготовляють на основі ячмінного солоду. У порівнянні з солодом, несолоджений ячмінь має твердіші зерна, підвищений вміст білків і бета-глюкану – речовини, які можуть позитивно впливати на густину та текстуру пива. Проте, через низький рівень ферментативної активності й складність у подрібненні та фільтрації, рекомендують обмежувати його кількість до 15 % від загального об'єму зернового складу. Додавання ячменю до затору сприяє посиленню характерного зернового аромату пива та покращує стійкість піни, але важливо враховувати, що надмірна кількість білка може погіршити якість пива. Найбільшу цінність для виробництва мають сорти дворядного ячменю, які поєднують високу ферментативну здатність з великим розміром зерна.

Солод, який використовують у пивоварні, повинен бути чистим, сухим на дотик, без сторонніх запахів та ознак плісняви. Зерно – рівномірного розміру, світлого солом'яного кольору, без пошкоджень або темних плям. Вологість – низька, приблизно 4–5 %, щоб забезпечити якісне зберігання й уникнути самозігрівання. Під час відбору звертати увагу на аромат – свіжий, солодовий, без кислих або затхлих нот. Також важливо, щоб солод добре розжовувався – не мав стороннього присмаку або твердого склоподібного зерна.

Хміль «Magnum» використовували в гранулах, зберігається він в герметичних контейнерах в прохолоджену місці для збереження якості, аромату та вмісту α -кислот. Такі умови запобігають окисненню та втраті гіркоти, що важливо для стабільності смакових характеристик пива (рис. 2.2.).



Рисунок 2.2 – Вигляд гранульованого хмілью «Magnum»

Вода – основна сировина для виготовлення пива, займає близько 90–95 % складу пива. Вода повинна бути чиста, без запаху, з певною жорсткістю та вмістом мінералів, які впливають на смак пива. Зберігають воду у великих резервуарах, які герметично закриті для запобігання забруднення. Температура і тиск контролюється автоматично в системі подачі (рис. 2.3.).

Якість сировини, яка була використана для виготовлення дослідних зразків пива, відповідала вимогам чинної нормативної документації, прийнятої в Україні (табл. 2.1).



Рисунок 2.3 – Резервуари для зберігання очищеної води

Таблиця 2.1 – Відповідність якості використаної сировини вимогам нормативних документів

№ з/п	Сировина	Нормативна документація, якій відповідали інгредієнти
1	Ячмінний солод	ДСТУ 4523:2006 «Солод пивоварний. Загальні технічні умови»
2	Хміль гранульований	ДСТУ 3883-99 «Хміль. Технічні умови»
3	Вода питна	ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»
4	Пивні дріжджі	Технічна специфікація виробника ТМ «Fermentis», Технічна специфікація виробника ТМ «White Labs»

Для проведення дослідження кваліфікаційної роботи бакалавра використано лабораторний посуд, спектрофотометр HALO RB-10 (UV-Vis Ratio Beam Spectrophotometer), лабораторну фільтраційну систему (скляні воронки з фільтрами), лабораторний шейкер Micromed S-3, рН-метр (рис. 2.4.).

У процесі було проведено порівняльне дослідження процесу головного бродіння пива типу Pilsner та Lager з використанням двох різних штамів пивних дріжджів: SafLager™ W-34/70 від ТМ Fermentis, WLP860 Munich Helles Lager Yeast від White Labs. Метою дослідження було відстежити динаміку зниження діацетилу, зміну рН, а також оцінити органолептичні властивості, прозорість і піностійкість кінцевого продукту.



1



2



3



4



5

Рисунок 2.4 – Обладнання, використане при проведенні дослідження:
1 – спектрофотометр HALO RB-10, 2 – скляні воронки з фільтрами, 3 – зразки
дріжджів до аналізу, 4 – гойдалковий міксер MICROmed S-3, 5 – рН-метр

Під час проведення дослідної частини виготовлено експериментальні зразки пива з використанням двох різних штамів пивних дріжджів: Fermentis SafLager™ W-34/70 та White Labs WLP860 Munich Helles. На першому етапі сусло готували відповідно до стандартної виробничої технології підприємства. Після завершення

варки сусло охолоджували до температури, придатної для засіву дріжджів (близько 10 °C), та розливали в окремі ємності для бродіння.

Кожну партію засівали окремим штамом дріжджів, після чого ємності щільно закривали та встановлювали в холодильну камеру при стабільній температурі 8–12 °C для забезпечення лагерного типу бродіння. У процесі ферментації, яка тривала 12 днів, ми регулярно (на 2, 4, 6, 8, 10 і 12 день) відбирали зразки пива об'ємом 100 мл.

Перед аналітичними вимірюваннями зразки очищали за допомогою гравітаційної фільтрації – використовували скляні воронки з фільтрувальним папером (рис. 2.4). Це дозволяло відокремити механічні домішки та отримати чистий фільтрат для дослідження.

Далі визначали вміст діацетилу у відібраних пробах. Для цього до кожного зразка додавали необхідні реактиви, перемішували на лабораторному шейкері Micromed S-3 (рис. 2.4). Лабораторний шейкер MICROmed S-3 застосовували для інтенсивного перемішування зразків перед аналізом для забезпечення однорідності, особливо перед спектрофотометрією і після відповідної витримки виконували вимірювання на спектрофотометрі HALO RB-10 (рис. 2.4) при довжині хвилі 275 нм. Спектрофотометр HALO RB-10 використовували для визначення масової концентрації діацетилу у зразках пива методом спектрофотометрії на довжині хвилі 275 нм. Дозволяє оцінити оптичну щільність після реакції з α -нафтолом.

Паралельно заміряли рН проб за допомогою рН-метра (рис. 2.4), що дозволяло оцінити кислотність середовища на різних етапах бродіння.

Окрім лабораторних показників, проводили сенсорну оцінку пива – визначали основні органолептичні показники: запах, смак, колір, прозорість, наявність сторонніх присмаків та ароматів, а також стійкість та структура пінної шапки. Сенсорний аналіз проводили методом закритої дегустації, використовуючи бальну систему оцінювання із вагових коефіцієнтів.

Участь у дегустації брали 3–5 осіб, які не мали смакових або нюхових відхилень. Кожному дегустатору надавали фільтровані, охолоджені зразки пива в

однаковому посуді. Дегустація проходила в умовах лабораторії за стабільного освітлення, без сторонніх запахів, при температурі 10–12 °С. Перед оцінкою дегустатори мали інструкцію з описом основних показників і шкалу оцінювання. За кожною характеристикою (запах, смак, колір, прозорість, піна, дефекти) виставляли бали за 5-ти бальною шкалою, де 5 – «відмінно» (відповідає очікуваному для стилю пива), 1 – «незадовільно» (виявлені дефекти, неприйнятні для споживання).

Особливу увагу звертали на наявність або відсутність діацетилових тонів (маслянистий, вершковий присмак), які свідчать про ступінь завершеності бродіння. Також оцінювали гіркоту (баланс із солодовістю), чистоту аромату, відтінки охмелення (трав'янисті, квіткові тони), та наявність сторонніх запахів (сірководень, металевий тощо).

Отримані дані доповнювали результати лабораторних досліджень та дозволили зробити повну характеристику пивних зразків.

Реактиви та допоміжні матеріали які використовували:

- Фільтрувальний папір – для очищення зразків.
- Розчин α -нафтолу – для утворення кольорового комплексу з діацетилом.
- Дистильована вода (H_2O) – як розчинник і контрольний зразок.
- Стандартизовані розчини діацетилу – для побудови калібрувальної кривої.

Висновки за розділом

У цьому розділі зосереджено увагу на дослідженні технологічних аспектів виробництва пива із використанням різних штамів дріжджів. Наведено перелік обладнання, яке використовувалось у процесі бродіння, фільтрації та лабораторного аналізу. Детально описано методику підготовки, бродіння та відбору проб пива для подальших досліджень. Також розглянуто підхід до сенсорної оцінки пивних зразків та вимірювання вмісту діацетилу, прозорості й колірності.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі дослідження

Пивоваріння є одним з найстаріших і водночас найінноваційніших напрямом харчової промисловості. У центрі цього процесу знаходиться мікробіологічний агент – пивні дріжджі, які відповідають не лише за спиртове бродіння, а й за формування сенсорних властивостей напою. Вивчення різних штамів дріжджів є надзвичайно актуальним для забезпечення якості, стабільності та різноманітності продукції у сучасному пивоварінні.

Основну роль у пивному бродінні відіграють дріжджі роду *Saccharomyces cerevisiae* (верхове бродіння) та *Saccharomyces pastorianus* (низове бродіння). Саме завдяки їхній активності цукри сусла перетворюються на етанол та вуглекислий газ. Проте процес не обмежується лише спиртовим бродінням. У ході життєдіяльності дріжджі синтезують велику кількість побічних продуктів, таких як вищі спирти, ефіри, фенольні сполуки, органічні кислоти, які істотно впливають на аромат, смак, текстуру та пінність готового пива.

Різні штами одного й того ж виду можуть відрізнятися метаболічною активністю, стійкістю до алкоголю, температурного режиму, швидкістю флокуляції та утворенням специфічних ароматичних профілів. Саме тому вибір штаму дріжджів є критичним технологічним етапом, що визначає характер продукту.

У традиційному та ремісничому пивоварінні використання унікальних штамів дозволяє створювати авторські сорти пива зі своєрідним смаком та букетом. Наприклад, дріжджі бельгійського походження часто продукують ефіри з фруктовим ароматом (банан, груша), тоді як німецькі пшеничні штами утворюють характерні фенольні тони (гвоздика, мускат). Своєю чергою, американські штами можуть підкреслювати хмелевий профіль, не домінуючи у смаку.

Таким чином, вивчення властивостей конкретного штаму дозволяє адаптувати рецептуру до очікуваного сенсорного результату, оптимізувати умови

бродіння, уникнути небажаних побічних продуктів, таких як діацетил або сірководень.

Для промислового пивоваріння важливо досягти стабільності та повторюваності партій. Різні штами дріжджів можуть по-різному реагувати на зміни температури, аерації, складу сусла. Вивчення поведінки дріжджів в умовах конкретного підприємства дозволяє визначити оптимальні параметри бродіння, знизити втрати через спінювання, недоброджене сусло, скоротити час виробничого циклу, знизити ризик мікробіологічного забруднення.

Крім того, знання особливостей штаму дозволяє розробити систему повторного використання дріжджової біомаси, що важливо з економічного й екологічного погляду.

Завдяки сучасним досягненням мікробіології та генетики можливим стало створення гібридних та модифікованих штамів дріжджів з поліпшеними характеристиками: підвищеною продукцією ефірів, стійкістю до алкоголю понад 12 %, здатністю бродити неферментовані цукри зниженим утворенням небажаних метаболітів. Це відкриває шлях до виробництва безалкогольного пива, крафтових сортів з нетиповими властивостями (наприклад, кисле пиво з дріжджами *Brettanomyces*, дикі ферментації). Тому вивчення штамів і розширення генетичної бази дріжджів також стає інструментом для інновацій у пивоварній індустрії.

У контексті розвитку ремісничого пивоваріння в Україні дослідження й застосування різних штамів дріжджів є ключовим кроком до підвищення конкурентоспроможності. Це дозволяє відходити від шаблонних рецептур, створювати локальні сорти з унікальним профілем, популяризувати українське пивоварство за межами країни.

Багато малих пивоварень уже експериментують з різними штамами, але наукове обґрунтування, мікробіологічний контроль і біохімічний аналіз продукції залишаються недостатньо розвиненими. Саме тому необхідно інтегрувати результати штамового добору в технологічну практику – як на рівні рецептури, так і на рівні контролю якості.

Метою наших досліджень визначення впливу технологічних параметрів на органолептичні характеристики пива, зокрема смак, аромат, прозорість, колір, та піноутворення, шляхом аналізу дії різних штамів дріжджів, умов бродіння, способів охмелення та складу води. Задачі, які допоможуть досягти зазначеної мети, наведені на рис. 3.1.

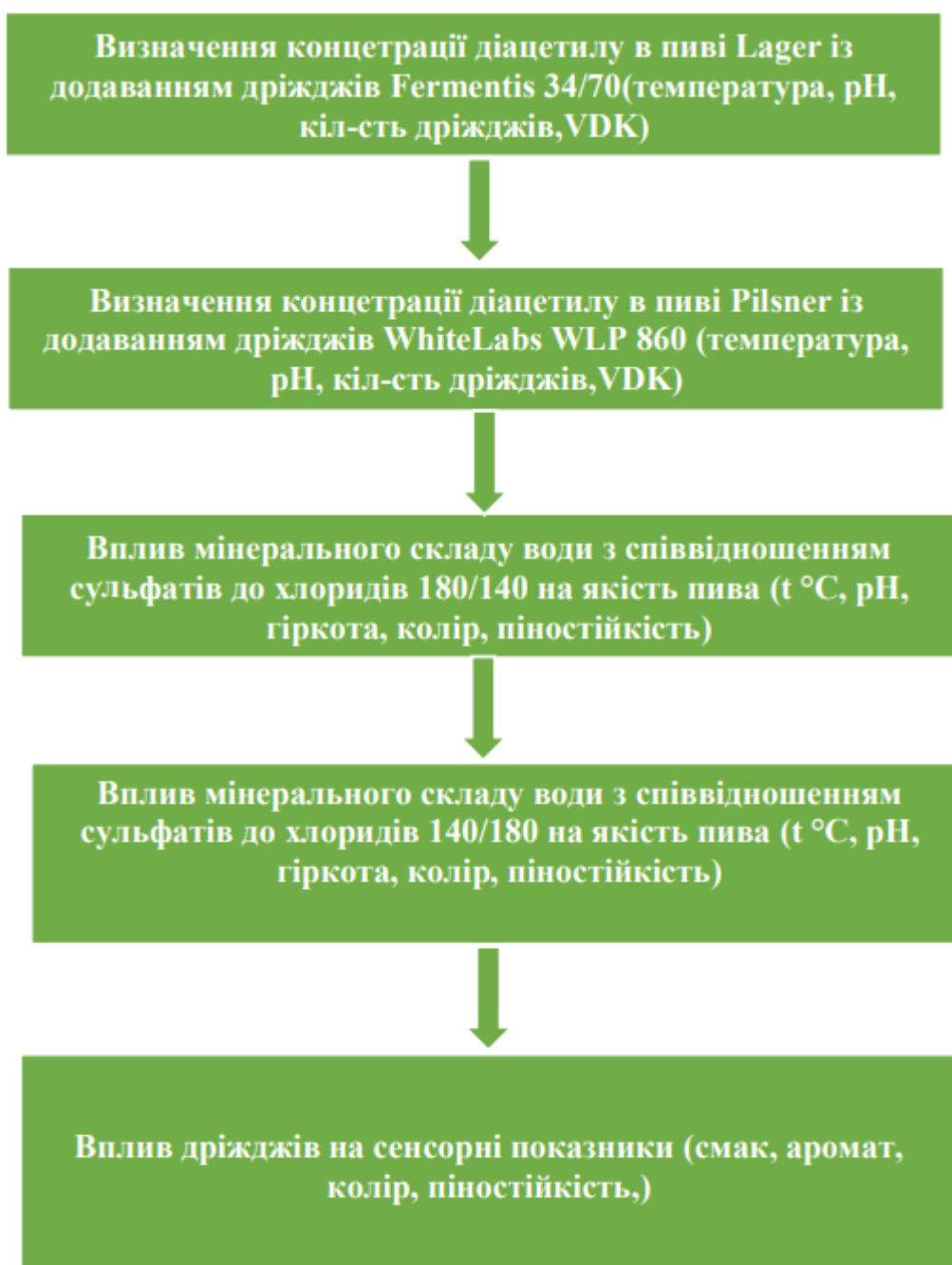


Рисунок 3.1 – Задачі кваліфікаційної роботи

3.2 Визначення фізико-хімічних показників якості пива із використанням дріжджових штамів

У табл. 3.1 наведено результати визначення впливу дріжджів на концентрацію діацетилу.

Таблиця 3.1 – Результати дослідження впливу дріжджових штамів на концентрацію діацетилу в пиві

Дата	Час	Пілснер WHITE LABS WLP860					Дата	Час	Лагер Fermentis 34/70				
		t °C	pH	Кількість дріжджів в 1 см ³ , млн	Екстракт	VDK, мг\дм ³			t °C	pH	Кількість дріжджів в 1 см ³ , млн	Екстракт	VDK, мг\дм ³
26.05	7:00	14,2	4,86	43	15	-	26.05	9:00	14,5	5,16	42,5	15	-
								21:00	14,6	4,73	56	10,6	-
	18:30	14,1	4,8	60,5	10	-	27.05	9:00	14,6	4,64	62,5	8,2	-
								21:00	14,2	4,59	58,3	5,6	-
	7:00	13,9	4,44	73	6,9	-	28.05	9:00	14,2	4,55	45	4,10	0,4
								21:00	11,8	4,58	15,7		-
	18:30	14,2	4,33	72,5	4,4	-	29.05	9:00	9,6	4,66	11	3,70	0,298
								21:00	8,9	4,63	7,3	3,60	-
28.05	1:00	12,9	4,37	45,25	3,6	-	30.05	9:00	8,7	4,58	13	-	0,36
	7:00	11,6	4,31	29,1	3,5	0,06		21:00	4,1	4,57	7	3,50	-
29.05	1:00	11,1	4,41	29,2	3,2	-	31.05	9:00	1,3	4,62	8	3,10	0,29
								21:00	0,8	4,65	3,75	3,10	-
30.05	7:00	10,9	4,39	16	3,1	-	01.06	9:00	-0,1	4,57	3	3,10	0,27
31.05	1:00	10,4	4,4	15,4	2,9	-	02.06	9:00	-0,6	4,61	1,75	3,10	0,24
	7:00	10,3	4,4	15	2,8	-	03.06	9:00	-0,5	4,59	1,56	3,10	0,19
01.06	7:00	4,6	4,35	13,5	2,7	0,05	04.06	9:00	-0,8	4,6	1,25	3,20	0,23
02.06	7:00	1,6	4,37	7,5	2,7	0,04	06.06	9:00	-0,8	4,63	-	-	0,26
								21:00	-0,8	4,63	1	3,40	0,17
03.06	7:00	1,1	4,39	6,15			07.06	9:00	-0,6	4,64	1	3,30	0,2
04.06	7:00	0,8	4,38	4,75									
05.06	7:00	3,7	4,39	3									
06.06	7:00	3,2	4,39	3									
07.06	7:00	2,5	4,4	1,87									
08.06	7:00	2,2	4,36	-	-	0,05							

У рамках експериментального дослідження було здійснено поетапне спостереження за перебігом низового бродіння пива з використанням двох різних пивоварних дріжджів – WHITE LABS WLP860 (у виробництві пілснера) та Fermentis 34/70 (у сорті лагер). Основну увагу було зосереджено на зміні концентрації вікінілдикетону (VDK), зокрема діацетилу, що є одним з головних небажаних побічних продуктів дріжджового метаболізму. Для кращої візуалізації отриманих даних побудовано графіки залежності (рис. 3.2–3.4).

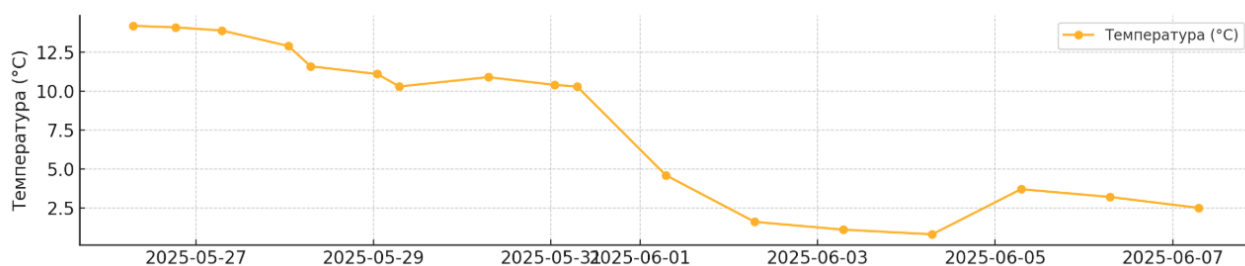


Рисунок 3.2 – Динаміка зміни температури бродіння при використанні пивоварних дріжджів

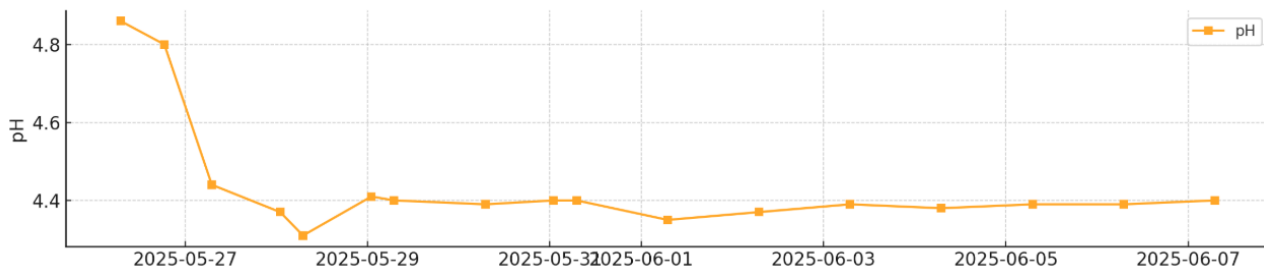


Рисунок 3.3 – Динаміка зміни pH суслу під час бродіння

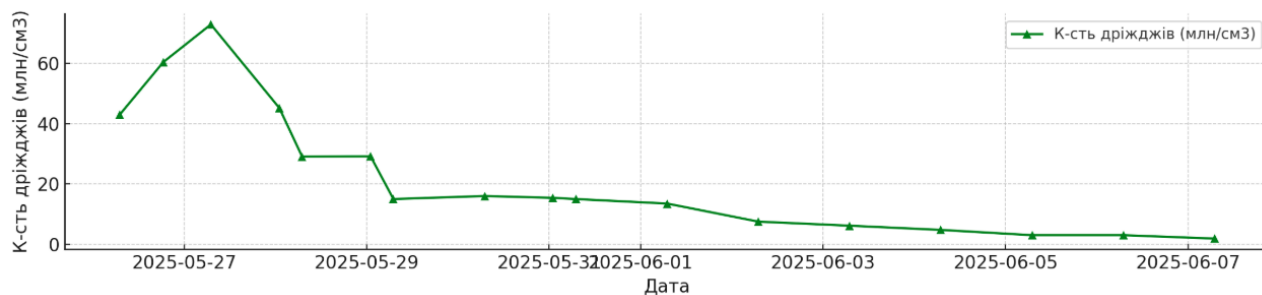


Рисунок 3.4 – Динаміка зміни кількості дріжджових клітин під час бродіння

Зібрані дані свідчать, що при використанні штаму WLP860 вже на ранніх етапах бродіння спостерігалось суттєве зниження вмісту діацетилу. Починаючи з 28 травня, його концентрація опустилася до 0,4 мг/дм³, а надалі зменшувалась у межах 0,298–0,05 мг/дм³, що підтверджує ефективне виведення цієї сполуки протягом усього циклу бродіння.

Натомість у зразках з дріжджами Fermentis 34/70 динаміка зниження діацетилу була менш стрімкою. Значення VDK зберігались на вищому рівні упродовж перших діб, і лише ближче до завершення ферментації (близько 1–2 червня) показники опустилися до прийнятного рівня – приблизно 0,05 мг/дм³. Така тенденція свідчить про більш тривалий період утилізації діацетилу, характерний для цього штаму.

На основі зіставлення обох варіантів можна зробити висновок, що WHITE LABS WLP860 демонструє вищу здатність до швидкого зниження рівня діацетилу, що позитивно позначається на чистоті смаку та стабільності ароматичного профілю напою. Це робить його особливо придатним для виробництва сортів із високими вимогами до сенсорної якості.

Таблиця 3.2 – Вплив води зі співвідношенням сульфатів до хлоридів 140/180 на показники бродіння пива

Дата	Час	Пілснер MUNICH WLP-860 Сульфати/хлориди 140/180							
		t °C	pH	Кількість дріжджів в 1 см ³ , млн	Екстракт	VDK, мг/дм ³	Гіркота, IBU	Колір, см ³ /EBC	Піностійкість, хв
27.05.25	10:00	12,6–14,4	4,53	12	3,8	-	18	10	5
	17:00	12,2–13,8	-	10,5	3,8	-	18	10	5
28.05.25	10:00	8,8–12,7	4,59	10	4,1	-	18	10	5
	17:00	8,1–11,7	-	4,5	4,1	-	18	10	5
29.05.25	10:00	8,4–10,4	-	5	3,7	-	18	10	5

У процесі спостереження за бродінням пива із застосуванням дріжджів *MUNICH WLP-860* та сольового складу (сульфати/хлориди у співвідношенні

140/180), зафіксовано поступові зміни фізико-хімічних параметрів, що є типовими для завершення основного етапу ферментації.

Вже з першого дня (27.05.25) помітна активна життєдіяльність дріжджів (12 млн клітин/см³), яка поступово знижується до 5 млн клітин/см³ на третій день (29.05.25), що вказує на зменшення інтенсивності бродіння.

Температура протягом процесу також знижується (з 12,6–14,4 °C до 8,4–10,4 °C), що є характерним для лагерації та стабілізації напою.

Показники рН залишаються у стабільних межах (4,53–4,59), що свідчить про підтримання кислотно-лужного балансу середовища, сприятливого для дріжджів. Вміст екстракту зменшився лише незначно (з 3,8 до 3,7 %), ймовірно, через те, що основна частина зброджуваних цукрів була вже перероблена.

Органолептичні показники, зокрема гіркота (18 IBU), колір (10 EBC) та піностійкість (5 хв), протягом усього дослідження залишалися незмінними, що свідчить про стабільність технологічного процесу та правильний вибір параметрів водопідготовки.

Таблиця 3.3 – Вплив води зі співвідношенням сульфатів до хлоридів 180/140 на показники бродіння пива

Дата	Час	Пілснер MUNICH WLP-860 Сульфати/хлориди 180/140							
		t °C	pH	Кількість дріжджів в 1 см ³ , млн	Екстракт	VDK, мг\дм ³	Гіркота, IBU	Колір, см ³ /EBC	Піностійкість, хв
27.05.25	10:00	12,4–13,8	4,54	13	3,6	-	14	8	6
	17:00	12,1–13,4	-	9,5	3,6	-	14	8	6
28.05.25	10:00	8,1–11,7	4,62	11,5	3,9	-	14	8	6
	17:00	8,2–10,5	-	10,5	3,9	-	14	8	6
29.05.25	10:00	7,8–9,4	-	6	3,6	-	14	8	6

Протягом експерименту зі зміщеним співвідношенням сульфатів і хлоридів (180/140) зафіксовано поступову зміну параметрів, характерних для завершення бродіння при помірній активності дріжджів.

Уже в перші години бродіння (27.05.25, 10:00) дріжджі проявили високу активність (13 млн клітин/см³), що свідчить про добре адаптоване середовище. Проте вже до третього дня (29.05.25) чисельність дріжджів знизилася до 6 млн/см³, що вказує на завершення основної фази ферментації.

У порівнянні з попереднім дослідом (сульфати/хлориди 140/180), температура у цьому варіанті помітно нижча на етапі активного бродіння (до 7,8 °C), що може свідчити про швидше зниження метаболічної активності.

Рівень pH зберігається в допустимих межах (максимум 4,62), що забезпечує стабільне середовище для ферментації. Екстракт спочатку 3,6–3,9 %, незначно змінюється, що вказує на помірне споживання цукрів.

Органолептичні характеристики – гіркота (14 IBU), колір (8 EBC) та піностійкість (6 хв) – залишаються постійними, що свідчить про технологічну стабільність і сталість рецептури.

Висновки за розділом

1. У зразках, зброджених із застосуванням дріжджів Fermentis 34/70, процес зниження концентрації діацетилу відбувався повільніше порівняно з іншими штамами. У перші дні бродіння рівень VDK залишався підвищеним, а помітне зменшення до допустимих значень (приблизно 0,05 мг/дм³) було зафіксовано лише ближче до завершення ферментації (1–2 червня 2025 р.). Це свідчить про те, що даний штам потребує більш тривалого періоду для повної редукції діацетилу, що є типовим для його метаболічної активності.

2. Використання дріжджів WhiteLabs WLP860 забезпечило інтенсивне зниження концентрації діацетилу вже на початку бродіння. Починаючи з 28 травня 2025 р., вміст VDK зменшився до 0,4 мг/дм³, а в подальшому – стабільно знижувався до рівня 0,05 мг/дм³. Така динаміка свідчить про високу ефективність

штаму в утилізації діацетилю. Отримані результати підтверджують придатність цього штаму для виробництва пива з підвищеними вимогами до чистоти смаку та стабільності аромату.

3. При співвідношенні сульфатів до хлоридів 180/140 дріжджі швидко активувались на старті (13 млн клітин/см³), проте вже до 29 травня 2025 р. їх кількість зменшилася вдвічі, що свідчить про завершення активного бродіння. У цей період температура знижувалась до 7,8 °C, рН залишався стабільним (до 4,62), а екстракт змінювався незначно. Органолептичні показники – гіркота 14 IBU, колір 8 EBC, піна 6 хв – лишалися сталими, що підтверджує технологічну стабільність процесу.

4. При використанні води зі співвідношенням сульфатів до хлоридів 140/180 та дріжджів WLP-860 спостерігалось поступове зниження дріжджової активності – з 12 до 5 млн клітин/см³ протягом трьох днів. Температура зменшувалась (до 8,4 °C), рН залишався стабільним (4,53–4,59), що створювало сприятливе середовище для завершення бродіння. Екстракт практично не змінювався (3,8–3,7 %), а органолептичні показники (гіркота, колір, піна) залишались сталими, що вказує на технологічну стабільність та правильний режим ферментації.

5. Проведено сенсорний аналіз зразків пива, з акцентом на визначення аромату, смаку, кольору, прозорості, стійкості піни та можливих дефектів. Дегустація здійснювалась у контрольованих лабораторних умовах за участю 3–5 експертів. Оцінювання проводили за 5-бальною шкалою, з особливою увагою до наявності діацетилових нот, гіркоти та чистоти аромату. Результати дозволили виявити вплив дріжджового штаму на формування сенсорного профілю напою та підтвердили відсутність сторонніх присмаків у оптимальних умовах бродіння.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розробка картки безпеки праці

Під час розробки карти безпеки праці (рис 4.1) було враховано всі особливості та умови виробництва пива у ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод», де були проведені дослідження кваліфікаційної роботи бакалавра.

При виробництві пива повинні забезпечуватися вимоги щодо безпеки праці та охорони довкілля у відповідності з вимогами ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови».

Охорону атмосферного повітря здійснюють згідно з ДСП-201. Охорону поверхневих вод та очищення зворотних вод – згідно з Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами та СанПиН 4630. Охорону ґрунту – згідно з Державними санітарними нормами та правилами утримання територій населених місць.

4.2 Утилізація відходів від виробництва пива

Під час виробництва пива утворюються різні типи відходів, які потребують сортування, утилізації та переробки, відповідно до екологічних норм.

Солодову дробину (відходи після фільтрації сусла) зазвичай використовують, як корм для сільськогосподарських тварин, передають фермерам. Дріжджовий осад утилізують відповідно до санітарних вимог. Хмелеві залишки зазвичай невеликі за обсягом, але все ж таки підлягають компостуванню або централізованому збору для утилізації. Промивні води проходять спочатку локальну очистку, після чого відводяться до міської каналізаційної системи. Упаковку (скляну тару, пластик, алюміній) сортують та передають на переробку ліцензованим організаціям.

1. Загальна інформація 1. Місце роботи – цех з виробництва пива. 2. Вид робіт – контроль процесу бродіння, охолодження, холодного охмелення, а також участь в аналізі органолептичних показників пива. 3. Посада – оператор виробничої лінії з виготовлення пива (стажер). 4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–19:00; 19:00–07:00). 5. Проходження медогляду – 1 раз на рік. 6. Проходження повторного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців. 7. Термін дії картки: до 31.08.2030 р.	2. Забезпечення спецодягом та засобами індивідуального захисту 1. Захисний спецодяг (халат або костюм з бавовняної тканини); 2. Головний убір (косинка, шапочка); 3. Захисне взуття з нековзкою підошвою; 4. Захисні рукавички (для роботи з хімічними речовинами або гарячими елементами); 5. Захисні окуляри (за потреби при митті обладнання або в лабораторії).
3. Вимоги перед початком роботи 1. До виконання робіт допускають лише осіб, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктаж з охорони праці, а також інструктаж на робочому місці. 2. Перед початком роботи оператор-стажер повинен: - одягти справний спецодяг та засоби індивідуального захисту; - перевірити справність приладів, інструментів та обладнання (за погодженням з керівником); - ознайомитися з поточним завданням на зміну. 3. У разі виявлення пошкодженого обладнання, витоку рідини, підвищеної температури або тиску – негайно повідомити керівника. Не починати роботу до усунення причин небезпеки. 4. Забороняється самостійно запускати обладнання або системи автоматичного управління без дозволу відповідального працівника. 5. Перевірити, чи не залишено сторонні предмети в зоні роботи, чи не перекрито проходи до аварійного виходу та чи є вільний доступ до засобів пожежогасіння.	4. Вимоги під час роботи. 1. Під час виконання технологічних операцій працівник має зосереджуватися на процесі, не відволікатися на сторонні розмови чи інші дії. Робоча зона повинна залишатися охайною: необхідно своєчасно усувати залишки сировини, розлиті рідини (сусло, вода, пиво) чи інші забруднення, що можуть призвести до аварійних ситуацій. 2. У процесі роботи необхідно постійно контролювати: • функціонування основного технологічного устаткування (варильні котли, насоси, установки охолодження тощо); • стабільну роботу ліній фасування та розливу; • наявність і рівень сировини у завантажувальних резервуарах; • показники на контрольно-вимірювальних приладах, зокрема тиск, температуру, вакуум; • герметичність з'єднань, стан пневматичних систем і шлангів; • дотримання санітарно-гігієнічних умов, зокрема відсутність слизьких або вологих ділянок на підлозі.
5. Вимоги після закінчення роботи 1. По завершенні зміни оператор зобов'язаний: • привести в порядок робоче місце: прибрати залишки сировини, вимити інструменти, очистити поверхні; • відключити обладнання від електроживлення, подачі пари, води та інших комунікацій; • необхідно вимкнути від усіх систем живлення та переконатися, що крани та прилади закриті. • повідомити керівника про виконану роботу. 2. Заповнити форму звітності відповідно до внутрішнього регламенту підприємства. 3. Зняти спецодяг, розмістити його у відведеному місці або здати до пральні (за графіком). 4. У разі виявлення несправностей – обов'язково передати інформацію відповідальному працівнику. 5. Залишати робоче місце до завершення всіх дій заборонено.	6. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях 1. Необхідно негайно зупинити роботу та повідомити керівника або відповідального за безпеку. 2. У разі витоку пари, рідини чи несправності обладнання без ризику для себе зупинити ділянку та обмежити доступ до небезпечної зони. 3. При травмах або пожежі слід викликати екстренні служби, надати допомогу постраждалим (за можливості), використати засоби пожежогасіння. 4. У разі загрози ураження струмом знеструмити обладнання, не торкатися постраждалого до повного відключення. 5. Складні поломки працівник не усуває самостійно – лише з дозволу та під наглядом відповідальних осіб.
Контакти служб екстренної допомоги	
Внутрішні службові номери: Майстер виробничої зміни: 056-10-10 Відділ охорони праці: 056-20-20 Головний інженер: 056-30-30 Медичний пункт: 056-40-40	ЗАПАМ'ЯТАЙ номери телефонів служб порятунку  Дізнайтеся телефонні номери, спеціально для мобільних телефонів SEAGATE

Рисунок 4.1 – Картка безпека праці

Висновки за розділом

ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод» дотримується вимог безпеки праці та охорони навколишнього середовища відповідно до державних стандартів, зокрема ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови». Усі працівники проходять медичні огляди та інструктажі, забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту. До роботи доступ надається лише після відповідної підготовки.

Щодо екологічної безпеки, підприємство застосовує систему відповідального поводження з відходами. Побічні продукти пивоваріння, такі як дробина, дріжджі й залишки хмелю, передають на подальше використання або утилізують відповідно до санітарних норм. Водовідведення організоване через локальні очисні установки, що дозволяє зменшити навантаження на міські комунікації. Відпрацьовану упаковку сортують та відправляють на переробку спеціалізованим компаніям. Багаторазові кеги повертають у виробничий цикл після санітарної обробки.

Загалом, на підприємстві впроваджено комплексний підхід до безпеки праці та екології, що дозволяє забезпечити стабільну, безпечну і відповідальну роботу всіх виробничих підрозділів. Розроблено картку безпеки праці для оператора виробничої лінії з виробництва пива.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження випускової роботи

Розраховуємо витрати, пов'язані з проведенням дослідження бакалаврської роботи, які визначаємо за допомогою кошторису витрат.

Витрати на основні та допоміжні матеріали розраховували за формулою (5.1):

$$m = \sum m_1 \cdot C_1 \quad (5.1)$$

де, m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

№ з/п	Найменування інгредієнту, одиниці	Ціна за одиницю, грн	Кількість на 50 л	Сума, грн
1	Вода, м ³	35,00	0,10	3,50
2	Солод ячмінний, кг	22	10	220,00
3	Хміль гранульований Magnum, кг	800	0,20	160,00
4	Дріжджі пивні (WLP860), г	2,50	30	75,00
5	Дріжджі пивні (SafLager 34/70), г	1,80	30	54,00
Всього				512,50

Результати розрахунку заробітної плати наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	12128,97	79,80	6	478,80
Всього				478,80

Нарахування на заробітну плату приймали у розмірі 24 % від фонду робочого часу. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{478,80 \cdot 24}{100} = 114,91 \text{ грн}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначали за формулою (5.2):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a \quad (5.2)$$

де, M – потужність використаного електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, $K = 0,9$;

T – час роботи обладнання, год.;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./(кВт/год.);

$a = 6,64 \text{ грн/(кВт/год.)}$.

Результати розрахунку витрат на електроенергію наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на електроенергію

Обладнання	Потужність електрообладнання, кВт	Час роботи обладнання, год	Витрати на електроенергію, грн
1	2	3	4
Лабораторні ваги	0,01	0,5	0,03
Спектофотометр	0,05	1	0,30
Лабораторна фільтраційна система (скляні воронки з фільтрами)	0,07	1	0,42
Персональний комп'ютер	0,1	8	4,78
Лабораторний шейкер	0,05	4	1,20
pH-метр	0,01	1	0,06
Міксер/дробарка	0,25	0,05	0,07
Водонагрівач	3	1	17,93

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4
Котел для кип'ятіння сусли	2	2	23,90
Ферментаційна камера / холодильник	0,06	24	8,61
Всього			57,30

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.3):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365} \quad (5.3)$$

де, А – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

Н – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів в році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
1	2	3	4	5
Лабораторні ваги	9945,00	10	1	2,73
Спектофотометр	6999,00	10	1	1,92
Лабораторна фільтраційна система (скляні воронки з фільтрами)	5000,00	15	2	4,11
Персональний комп'ютер	4500,00	25	13	40,07
Лабораторний шейкер	2000,00	20	13	14,25
pH-метр	3000,00	10	13	10,68
Міксер/дробарка	4000,00	15	2	3,29
Водонагрівач	5000,00	20	6	16,44

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5
Котел для кип'ятіння суслу	4500,00	20	2	4,93
Ферментаційна камера / холодильник	8000,00	20	10	43,84
Всього				142,26

Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{478,80 \cdot 80}{100} = 383,04 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	512,50
Заробітна плата	478,80
Нарахування на заробітну плату	114,91
Електроенергія	57,30
Амортизація	142,26
Накладні витрати	383,04
Всього	1688,81

5.2 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціну визначали на основі витрат на дослідження і рентабельності за формулою (5.4):

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100} \quad (5.4)$$

де, Ц – вартість дослідження, грн;

С – витрати на дослідження, грн;

Р – нормативна рентабельність (Р=30), %.

$$Ц = 1688,81 + \frac{30 \cdot 1688,81}{100} = 2195,45 \text{ грн}$$

Витрати на проведені дослідження кваліфікаційної роботи становлять 2195,45 грн.

Висновки за розділом

У процесі проведення дослідження проведено розрахунок витрат, необхідних для виконання експериментальної частини роботи. Загальна вартість проведення дослідження становить 2195,45 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. У зразках, зброджених із застосуванням дріжджів Fermentis 34/70, процес зниження концентрації діацетилу відбувався повільніше порівняно з іншими штамами. У перші дні бродіння рівень VDK залишався підвищеним, а помітне зменшення до допустимих значень (приблизно $0,05 \text{ мг/дм}^3$) було зафіксовано лише ближче до завершення ферментації (1–2 червня 2025 р.). Це свідчить про те, що даний штам потребує більш тривалого періоду для повної редукції діацетилу, що є типовим для його метаболічної активності.

2. Використання дріжджів WhiteLabs WLP860 забезпечило інтенсивне зниження концентрації діацетилу вже на початку бродіння. Починаючи з 28 травня 2025 р., вміст VDK зменшився до $0,4 \text{ мг/дм}^3$, а в подальшому – стабільно знижувався до рівня $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Така динаміка свідчить про високу ефективність штаму в утилізації діацетилу. Отримані результати підтверджують придатність цього штаму для виробництва пива з підвищеними вимогами до чистоти смаку та стабільності аромату.

3. При співвідношенні сульфатів до хлоридів 180/140 дріжджі швидко активувались на старті ($13 \text{ млн клітин/см}^3$), проте вже до 29 травня 2025 р. їх кількість зменшилася вдвічі, що свідчить про завершення активного бродіння. У цей період температура знижувалась до $7,8 \text{ }^\circ\text{C}$, рН залишався стабільним (до 4,62), а екстракт змінювався незначно. Органолептичні показники – гіркота 14 IBU, колір 8 EBC, піна 6 хв – лишалися сталими, що підтверджує технологічну стабільність процесу.

4. При використанні води зі співвідношенням сульфатів до хлоридів 140/180 та дріжджів WLP-860 спостерігалось поступове зниження дріжджової активності – з 12 до $5 \text{ млн клітин/см}^3$ протягом трьох днів. Температура зменшувалась (до $8,4 \text{ }^\circ\text{C}$), рН залишався стабільним (4,53–4,59), що створювало сприятливе середовище для завершення бродіння. Екстракт практично не змінювався (3,8–3,7 %), а органолептичні показники (гіркота, колір, піна)

залишались сталими, що вказує на технологічну стабільність та правильний режим ферментації.

5. Проведено сенсорний аналіз зразків пива, з акцентом на визначення аромату, смаку, кольору, прозорості, стійкості піни та можливих дефектів. Дегустація здійснювалась у контрольованих лабораторних умовах за участю 3–5 експертів. Оцінювання проводили за 5-бальною шкалою, з особливою увагою до наявності діацетилових нот, гіркоти та чистоти аромату. Результати дозволили виявити вплив дріжджового штаму на формування сенсорного профілю напою та підтвердили відсутність сторонніх присмаків у оптимальних умовах бродіння.

6. У ТОВ «Перший Дніпропетровський завод» впроваджено комплексний підхід до безпеки праці та екології, що дозволяє забезпечити стабільну, безпечну і відповідальну роботу всіх виробничих підрозділів. Розроблено картку безпеки праці для оператора виробничої лінії з виробництва пива.

7. Проведено розрахунок витрат, необхідних для виконання експериментальної частини роботи. Загальна вартість проведення дослідження становить 2195,45 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Рейтинг топ-10 брендів пива. *UBA.top*: веб-сайт. URL: <https://uba.top/beer-rating/> (дата звернення: 07.05.2025).
2. Лояніч Г.С., Теклюк А.О. Особливості сучасної вітчизняної та міжнародної класифікації пива. *Соціально-політичні, економічні та гуманітарні виміри європейської інтеграції в Україні*: Збірник наукових праць V Міжнародної науково-практичної конференції. Вінниця: Видавничо-редакційний відділ ВТЕІ КНТЕУ, 2017. Ч. 2. С. 174–178.
3. Rediscover Saflager W-34/70. *Fermentis.com*: веб-сайт. URL: <https://fermentis.com/en/news/fermentation/rediscover-saflager-w-34-70/> (дата звернення: 07.05.2025).
4. Fermentis Saflager W-34/70 Dry Lager Yeast. *Yakima Valley Hops*: веб-сайт. URL: <https://yakimavalleyhops.com/products/fermentis-saflager-w-34-70-dry-lager-yeast> (дата звернення: 07.05.2025).
5. Gibson B., Dahabieh M., Krogerus K., Jouhten P., Magalhães F., Pereira R., Siewers V., Vidgren V. Adaptive laboratory evolution of brewing yeast for higher alcohol tolerance. *Nature Communications*. 2020. Vol. 11. 5244.
6. Yeast comparison: SafAle US-05 vs. Wyeast 1056. *Brülosophy*: веб-сайт. URL: <https://brulosophy.com/2019/08/29/yeast-comparison-safale-us-05-american-ale-vs-wyeast-1056-american-ale-the-bru-club-xbmt-series/> (дата звернення: 07.05.2025).
7. Штам WLP066 London Fog Ale. *White Labs*: веб-сайт. URL: <https://www.whitelabs.com/yeast-single?id=134> (дата звернення: 07.05.2025).
8. Дріжджі WLP066 London Fog Ale. *The Malt Miller*: веб-сайт. URL: <https://www.themaltmiller.co.uk/product/wlp066-london-fog-ale/> (дата звернення: 07.05.2025).
9. Технічний опис дріжджів W-34/70. *Fermentis*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/gehndv> (дата звернення: 07.05.2025).
10. FDB Lager: веб-сайт. URL: <https://hophey.ua/product/pivo-fdb-lager> (дата звернення: 07.05.2025).

11. Технологічна інструкція ТОВ «Перший Дніпропетровський пивзавод».
12. Thesseling F.A., Bircham P.W., Mertens S., Voordeckers K., Verstrepen K.J. A Hands-On Guide to Brewing and Analyzing Beer in the Laboratory. *Curr Protoc Microbiol.* 2019. Vol. 54 (1): e91.
13. The Journal of the American Homebrewers Association. URL: https://www.homebrewersassociation.org/attachments/0000/3424/Zymurgy_Introduction_to_Homebrewing.pdf (дата звернення: 07.05.2025).
14. Brewing and Craft Beer. URL: https://mdpi-res.com/bookfiles/book/1627/Brewing_and_Craft_Beer.pdf (дата звернення: 07.05.2025).
15. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні технології та обладнання бродильних виробництв: Навчальний посібник. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2025. 396 с.
16. Ковальова О., Ганзій М., Драюк В. Перспективи використання відходів пивоваріння. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact» (May 12–14, 2025. Antwerp, Belgium). European Open Science Space, 2025. С. 92–99.
17. Ковальова О.С., Ганзій М.Р. Безглютенова зернова сировина для пивоваріння. Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції молодих вчених та студентів, 21 листопада 2024 р. Хмельницький : ХНУ, 2024. С. 239–224.
18. Чурсінов Ю.О., Ковальова О.С. Аналіз перспектив використання відходів солодового та пивоварного виробництв. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. № 1 (96). С. 144–149.
19. Дослідження ринку пива в Україні. *Pro consulting*: веб-сайт. URL: <https://uba.top/beer-rating/> (дата звернення: 07.05.2025).

20. Курочкін О. Пиво у побутовій культурі й фольклорі українців. *Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку (напрямок культурологія)* 2020. №33, С. 129–135.
21. Проценко Л.В., Ляшенко М.І., Бармаков М.С., Мелетьєв А.Є., Воронцова С.І. Підвищення якості пива застосуванням хмельових препаратів. *Харчова промисловість*. 2007. №5. С. 10–13.
22. Bamforth C. W. *Beer: tap into the art and science of brewing*. Oxford University Press. 2023.
23. 5. Garavaglia C., Swinnen J. (Eds.). *Economic perspectives on craft beer: A revolution in the global beer industry*. Springer. 2017.
24. Єгорова А.В., Капрельянц Л.В., Труфкаті Л.В. Мікробіологія галузі. Мікробіологія бродильних виробництв: навч. посіб. Одес. нац. акад. харч. технологій. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 136 с.
25. Пивоваріння. Терміни та визначення понять. На заміну ДСТУ 3139-95; Чинний від 2015-11-01. Київ: УкрНДНЦ, 2015. III, 27 с. (Національний стандарт України). Бібліогр.: 26 с.