

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ МИКОЛАЇВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ТВШТСБ

**Кафедра переробки продукції тваринництва та харчових
технологій Спеціальність 181 – «Харчові технології»**

Ступінь вищої освіти «Магістр»

«Допустити до захисту»

«Рекомендувати до захисту»

Декан _____ Михайло ГИЛЬ

Зав. кафедри _____ Олена ПЕТРОВА

“_____” _____ 2025 р.

“_____” _____ 2025 р.

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА В УМОВАХ ЧЕРНІГІВСЬКОГО
ВІДДІЛЕННЯ ПРАТ «AB INBEV EFEST УКРАЇНА»**

04.04. – КР. 186-О 25 12 01. 002

Виконавець:

здобувачка вищої

освіти II курсу _____ Євгенія ГРИГОР'ЄВА

Науковий керівник:

доцент _____ Руслан ТРИБРАТ

Рецензент:

ст. викладачка _____ Алла ЗЮЗЬКО

Миколаїв – 2025

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Історія виникнення та класифікація сучасних сортів пива	9
1.2. Стан та перспективи ринку пива в Україні	11
1.3. Наукове обґрунтування вибору технологічної схеми	13
1.3.1. Біохімічне обґрунтування процесу затирання	13
1.3.2. Обґрунтування процесу варіння та охмелення	14
1.3.3. Вибір методу ферментації: ЦКТ проти класики	14
1.3.4. Технологія HGB (High Gravity Brewing) як метод оптимізації	15
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	16
2.1. Місце та об'єкт дослідження	16
2.2. Методика виконання роботи	18
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
3.1 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	21
3.1.1 Вимоги до ячмінного солоду	21
3.1.2 Технологічні властивості води та методи її підготовки	23
3.1.2.1 Вимоги до технологічної води	24
3.1.2.2 Методи підготовки води на підприємстві	24
3.1.2.3 Вплив складу води на стадії виробництва	25
3.1.3. Хміль та хмелепродукти: характеристика та дозування	25
3.1.4. Характеристика обраної культури дріжджів	27
3.1.4.1 Метаболізм дріжджів та формування аромату	29
3.1.4.2 Розведення та експлуатація ЧКД на підприємстві	31
3.1.4.3 Вимоги до якості дріжджів перед засівом	31
3.2. Опис технологічного процесу	33

3.2.1 Підготовка та дроблення зерно продуктів	33
3.2.2 Затирання (Mashing)	34
3.2.3 Фільтрування затопу (Lautering)	34
3.2.4 Варіння суслу з хмелем (Wort Boiling)	35
3.2.5 Освітлення та охолодження	35
3.2.6 Бродіння та дозрівання пива	35
3.2.7 Обробка готового пива (фільтрація, сепарування, пастеризація)	37
3.2.8 Розлив та пакування	39
3.3. Технологічні розрахунки	40
3.3.1 Визначення фонду робочого часу	40
3.3.2 Розрахунок річної продуктивності (P_{year})	41
3.3.3 Розрахунок добової продуктивності (P_{day})	41
3.3.4 Кількість варок та об'єм однієї варки	41
3.3.5 Матеріальний баланс виробництва (розрахунок витрат солоду, води, хмелю та дріжджів на заданий об'єм продукції)	42
3.3.5.1 Вихідні дані для розрахунку	43
3.3.5.2 Розрахунок витрат солоду	43
3.3.5.3 Розрахунок витрат води ($V_{\text{води}}$)	43
3.3.5.4 Розрахунок витрат хмелю (Q_x)	44
3.3.5.5 Розрахунок потреби в дріжджах ($Q_{\text{др}}$)	44
3.3.6 Тепловий баланс процесу варіння суслу	44
3.3.6.1 Розрахунок приходу тепла	45
3.3.6.2 Розрахунок витрат тепла	45
3.3.6.3 Визначення витрати пари	46
3.3.6.4 Рекуперація тепла (Енергоощадність)	46
3.4. Апаратурне оформлення процесу	46

	4
3.4.1 Обладнання варильного цеху	47
3.4.2 Обладнання бродильно-лагерного відділення	47
3.4.3 Обладнання ділянки фільтрації та стабілізації	48
3.5. Технохімічний та мікробіологічний контроль	48
3.5.1. Технохімічний контроль виробництва	49
3.5.2 Мікробіологічний контроль	49
3.5.3 Схема точок контролю (НАССР)	50
3.5.4 Органолептичний контроль	50
3.6. Економічна частина	51
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	55
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	58
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	61
ВИСНОВКИ	64
ПРОПОЗИЦІЇ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної магістерської роботи: «Технологія виробництва пива в умовах Чернігівського відділення ПрАТ «AB InBev Efest УКРАЇНА»».

Об'єкт дослідження: технологія виробництва пива на базі Чернігівського відділення ПрАТ «AB InBev Efest УКРАЇНА». Предмет дослідження: технологічні процеси виробництва пива.

Мета дослідження – розробка рекомендацій щодо удосконалення технології виробництва пива на базі Чернігівського відділення ПрАТ «AB InBev Efest УКРАЇНА».

Завдання дослідження:

1. Провести аналіз технології виробництва пива в умовах додаванням функціональних інгредієнтів.
2. Розробити рекомендації щодо удосконалення технологічного процесу виробництва пива.
3. Оцінити економічну ефективність виробництва пива.

Досліджено фізико-хімічні показники основної сировини. Встановлено, що підприємство використовує високоякісний світлий ячмінний солод (екстрактивність 81–82,5%) та спеціалізовану технологічну воду, параметри якої коригуються залежно від сорту пива, що відповідає вимогам ДСТУ 4282 та внутрішнім специфікаціям компанії.

Проаналізовано застосування технології High Gravity Brewing (HGB), яка дозволяє варити пиво з підвищеною концентрацією сухих речовин (16–18%) з подальшим розведенням деаерованою водою. Це забезпечує збільшення обсягів виробництва без розширення варильного цеху та знижує питомі енерговитрати.

Кваліфікаційна магістерська робота викладена на 72 сторінках тексту, складається із реферату, вступу, переліку умовних позначень, шести розділів, висновків та пропозицій, містить 8 таблиць, 1 рисунок.

Бібліографічний список включає 54 літературних джерела.

ВСТУП

Харчова промисловість є фундаментом агропромислового комплексу України, відіграючи ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та формуванні експортного потенціалу держави. Ефективність функціонування даної галузі безпосередньо корелює з аграрним сектором, загальноекономічною ситуацією, а також вектором соціально-політичних трансформацій. У структурі харчової індустрії пивоварна галузь виступає одним із найбільш високотехнологічних та динамічних сегментів переробного виробництва [29].

Незважаючи на стабільний попит, вітчизняний ринок пива на сучасному етапі потребує подальшої модернізації для досягнення рівня конкурентоспроможності, притаманного провідним європейським країнам. Основними викликами для галузі є необхідність суворого дотримання міжнародних стандартів якості та адаптація до змінної ринкової кон'юнктури. Водночас наявність перспективних ніш для збуту та розвиток крафтового і промислового сегментів підтверджують доцільність інженерного та економічного обґрунтування нових виробничих потужностей [15, 49].

Пивоваріння (історична назва — *броварство*) пройшло тривалий шлях еволюції від ремісничого виготовлення до наукомісткого промислового виробництва, що базується на керованих процесах ферментації [14]. Історія напою налічує тисячоліття: ще у Стародавньому Вавилоні (бл. 7000 р. до н. е.) було відомо понад 16 сортів пива на основі ячмінного солоду та пшениці, а процеси виробництва регулювалися на законодавчому рівні.

У Стародавньому Єгипті пиво, відоме як «рідкий хліб», було невід'ємною частиною соціокультурного та релігійного життя, де технологія його приготування з солодового хліба вважалася дарунком бога Осіріса. З часом культура пивоваріння поширилася Європою, де у Середньовіччі сформувалися потужні професійні цехи, а згодом з'явилися всесвітньо відомі сорти, такі як мюнхенський «бік» чи англійський «портер» [31].

Українське browарство має глибоке літописне коріння, трансформувались від домашніх «переварів» часів Русі до великих промислових об'єктів. Історично галузь зазнавала впливу адміністративних регулювань та монополій, проте завжди зберігала високий рівень майстерності фахівців [23].

Сучасне розуміння природи пивоваріння сформувалося у ХІХ ст. завдяки відкриттю біокаталітичної ролі дріжджових грибів у перетворенні цукрів суслу. Впровадження методу низового бродіння спричинило технологічну революцію, дозволивши отримувати стабільний за якісними показниками продукт. Сьогодні високий рівень технології забезпечується інтеграцією знань з мікробіології, біохімії та промислової енергетики [11].

Окрім органолептичних властивостей, сучасні дослідження акцентують увагу на біологічній цінності пива при помірному споживанні. Вміст ксантогумолу забезпечує онкопротекторні властивості, а специфічний мінеральний склад сприяє метаболізму алюмінію та знижує ризики нирковокам'яної хвороби [14].

Мета та завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є комплексне технологічне, технічне та економічне обґрунтування виробництва світлих і темних сортів пива в умовах цеху потужністю 300 дал готової продукції за зміну.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести глибокий аналіз науково-технічної літератури за темою дослідження.
2. Вивчити фізико-хімічні властивості сировини (спеціалізованих сортів ячменю, хмелю, води та дріжджів) і допоміжних матеріалів.
3. Обґрунтувати технологічний регламент та розробити апаратурно-технологічну схему виробництва.
4. Здійснити інженерний розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.

5. Розрахувати техніко-економічні показники проєкту для підтвердження його доцільності.
6. Розробити заходи з охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та охорони довкілля.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Історія виникнення та класифікація сучасних сортів пива

Пивоваріння – одна з найдавніших технологій переробки сільськогосподарської сировини, коріння якої сягає часів Месопотамії та Стародавнього Єгипту. Проте наукове обґрунтування процеси отримали лише у ХІХ столітті завдяки дослідженням Луї Пастера (мікробіологія бродіння) та Еміля Хансена (отримання чистих культур дріжджів).

Сучасна класифікація пива базується на кількох критеріях:

- За типом бродіння: * Низове (Lager): проходить при температурах 5–12 °С, характеризується чистим солодовим смаком.
 - Верхове (Ale): проходить при 15–25 °С, відрізняється багатим ефірним та фруктовим ароматом.
- За кольором (система ЕВС): світле, напівтемне, темне, чорне.
- За вмістом алкоголю: безалкогольне (<0,5%), звичайне (3–6%), міцне (>8%).

Історію пива прийнято розділяти на кілька ключових епох, кожна з яких принесла в технологію щось нове:

1. Стародавній світ (Месопотамія, Єгипет): Перші згадки датуються 4–3 тис. до н. е. Пиво виготовляли шляхом бродіння запечених хлібців із пророщеного зерна. Воно було густим, нефільтрованим і вживалося через трубочки.

2. Середньовіччя (Монастирське пивоваріння): Саме монастирі Європи стали осередками перших «лабораторій». Головним проривом цього періоду стало впровадження хмелю (приблизно VIII–IX ст.), що дозволило не лише додати гірчинку, а й значно подовжити термін зберігання напою.

3. Епоха Просвітництва та «Закон про чистоту»: У 1516 році в Баварії було видано *Reinheitsgebot* (Райнгайтсгебот), який суворо обмежував склад пива трьома інгредієнтами: водою, ячменем та хмелем (дріжджі тоді ще були невідомі науці).

4. Науково-технічна революція (XIX ст.):

- Луї Пастер довів, що бродіння викликається живими мікроорганізмами.
- Еміль Крістіан Гансен у 1883 році вперше виділив чисту культуру дріжджів, що зробило смак пива передбачуваним.
- Винахід холодильних машин Карлом фон Лінде дозволив варити пиво низового бродіння (лагер) цілий рік [20].

Класифікація сучасних сортів пива

Сьогодні не існує єдиної світової класифікації, проте найбільш визнаною є систематизація за способом бродіння [34].

1. За типом бродіння

- Низове бродіння (Lager): Проходить за температури 5–12°C. Використовуються дріжджі *Saccharomyces pastorianus*, які після завершення процесу осідають на дно. Це найбільш масовий сегмент (близько 90% ринку).
 - Популярні стилі: Pilsner, Helles, Bock, Schwarzbier.
- Верхове бродіння (Ale): Проходить за температури 15–25°C. Дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* піднімаються на поверхню разом із бульбашками CO². Таке пиво має складніший аромат (ефірний, фруктовий).
 - Популярні стилі: Pale Ale, IPA, Stout, Porter, Weissbier (пшеничне).
- Спонтанне (дике) бродіння: Відбувається без додавання дріжджів – за рахунок мікроорганізмів із повітря.

- Популярні стилі: Lambic, Gueuze.

2. За кольором (Одиниці EBC)

Колір залежить від ступеня обсмажування солоду:

- Світле: 4–20 одиниць EBC.
- Напівтемне (бурштинове): 20–50 одиниць EBC.
- Темне: понад 50 одиниць EBC.

3. За концентрацією початкового сусла

Це показник вмісту сухих речовин у суслі до початку бродіння:

- Слабке: до 11% (легке пиво).
- Середнє: 11–14% (найпоширеніше).
- Міцне: понад 14% (Double IPA, Imperial Stout).

Таблиця 1

Порівняльна таблиця основних груп пива

Характеристика	Лагер (Lager)	Ель (Ale)
Температура бродіння	Низька (5–12°C)	Висока (15–25°C)
Тривалість дозрівання	Довга (від 21 до 60 днів)	Коротка (7–14 днів)
Смаковий профіль	Чистий, солодовий, хрусткий	Багатий, фруктовий, пряний
Термін зберігання	Зазвичай довший	Залежить від вмісту хмелю та алкоголю

1.2. Стан та перспективи ринку пива в Україні

Український ринок пива пройшов шлях від масового індустріального виробництва до диверсифікації. Основні тренди останніх років включають:

1. Преміумізація: зростання попиту на високоякісні сорти з натуральних інгредієнтів.
2. Крафтовий сектор: поява великої кількості малих броварень, що експериментують зі стилями (IPA, Stout, Sour Ale).
3. Локалізація сировини: активне використання українського солоду, який за якістю вже не поступається європейським аналогам.
4. Експортний потенціал: попри виклики воєнного стану, українські виробники продовжують постачати продукцію до країн ЄС та Азії.

Пивоварна галузь України, попри складні умови воєнного стану, демонструє адаптивність та поступове відновлення. Проте обсяги виробництва все ще залишаються нижчими за довоєнні показники [8].

- Виробничі показники: За підсумками 2024 року, обсяг виробництва пива в Україні склав 140 млн дал, що на 4,8% більше порівняно з 2023 роком. Проте цей показник становить лише близько 82,4% від обсягів 2021 року.

- Фінансові результати: Сукупний дохід пивоварних компаній у 2024 році сягнув рекордних 46,3 млрд грн. Це свідчить не лише про зростання цін, а й про стабільний попит.

- Динаміка 2025 року: Початок 2025 року продемонстрував зростання (+6,9% за перший квартал), проте в другій половині року спостерігається певне сповільнення темпів споживання (за деякими оцінками – до -20%) через міграційні процеси, зниження купівельної спроможності та логістичні виклики [7, 12].

Ринок України залишається висококонцентрованим. Понад 80% прибутку припадає на п'ять найбільших компаній:

1. ПрАТ «Карлсберг Україна» (Carlsberg Group).
2. ПрАТ «Оболонь» (національний виробник).
3. АВ InBev Efes Україна.
4. ТОВ «Пивоварня Опілля» та ТОВ «Пивоварня Зіберта».

Водночас активно розвивається сектор малих та середніх підприємств. Станом на 2025 рік в Україні зареєстровано близько 300 підприємств, основним видом діяльності яких є пивоваріння, з них понад 10 нових відкрилися протягом останнього року [8, 9, 15, 42].

Ключові тренди та перспективи

1. «Крафтова революція»: Сектор крафтового пива зріс на 19% за останній рік. Споживачі все частіше обирають локальні бренди та складні стилі (IPA, Stout, Sour Ale).

2. Безалкогольний сегмент: Світовий тренд на здоровий спосіб життя (Health & Wellness) стимулює виробництво безалкогольного пива. Його частка в портфелях великих заводів постійно зростає.

3. Зміна пакування: Спостерігається поступове витіснення скляної пляшки алюмінієвою банкою, що пов'язано з легшою логістикою та кращим захистом продукту від сонячного світла.

4. Експортний потенціал: У 2024 році Україна експортувала близько 60 млн літрів пива (на суму близько 30 млн доларів). Основними ринками збуту є Молдова, Грузія та країни Балтії.

Проблеми та виклики

- Енергозалежність: Виробництво пива є енергоємним (особливо етапи варіння та охолодження), що потребує впровадження енергоощадних технологій та генерації власної енергії.
- Вартість сировини: Зростання цін на солод, імпортований хміль та пакувальні матеріали підвищує собівартість продукції.
- Логістика: Порушення звичних ланцюгів постачання вимагає від підприємств пошуку нових партнерів усередині країни [21].

Висновок: Попри скорочення ринку порівняно з 2021 роком, галузь залишається інвестиційно привабливою. Перспективи розвитку пов'язані з модернізацією обладнання, розширенням лінійок крафтового та безалкогольного пива, а також освоєнням нових експортних ринків.

1.3. Наукове обґрунтування вибору технологічної схеми

Вибір технологічної схеми виробництва пива базується на необхідності максимально ефективного вилучення екстрактивних речовин із сировини та створення оптимальних умов для життєдіяльності дріжджів.

1.3.1. Біохімічне обґрунтування процесу затирання

Центральним етапом виробництва є приготування сусла. Науковий підхід передбачає керування ферментативним гідролізом високомолекулярних компонентів солоду (крохмалю, білків, глюканів) [6].

- Амілоліз: Для перетворення крохмалю на цукри (мальтозу) та декстрини використовується багатопаузне затирання. Обов'язковим є дотримання пауз:
 - Мальтозна пауза (62–65°C): дія β -амілази для максимального виходу спирту.
 - Пауза оцукрювання (70–72°C): дія α -амілази для формування «тіла» пива (декстринів).
- Протеоліз: Витримка при 45–52°C дозволяє розщепити білки до амінокислот, що необхідно для живлення дріжджів та стійкості піни.

1.3.2. Обґрунтування процесу варіння та охмелення

Варіння сусла з хмелем обґрунтовано трьома критичними факторами:

1. Ізомеризація α -кислот: Під дією високої температури нерозчинні гумулони хмелю переходять в ізо-гумулони, які надають пиву характерну гіркоту.
2. Стерилізація та інактивація ферментів: Повне припинення біохімічних процесів для стабілізації складу сусла.
3. Коагуляція білків: Гаряче осадження («брух») забезпечує прозорість майбутнього напою [10, 26, 36].

1.3.3. Вибір методу ферментації: ЦКТ проти класики

Сучасна наука рекомендує використання циліндро-конічних танків (ЦКТ). Наукові переваги цього вибору:

- Інтенсифікація обміну речовин: Завдяки висоті стовпа рідини та гідродинамічному тиску прискорюється метаболізм дріжджів.

- Мікробіологічна чистота: Закритий цикл виключає контакт із киснем повітря, що запобігає окисненню ліпідів та зараженню сторонньою мікрофлорою.
- Ефективна сепарація: Конічне дно (60–70°C) дозволяє легко видаляти осілі дріжджі після завершення головного бродіння, запобігаючи їх автолізу (саморуйнуванню), який може зіпсувати смак [28].

1.3.4. Технологія HGB (High Gravity Brewing) як метод оптимізації

Для сучасних підприємств науково обґрунтованим є метод варіння сусла з підвищеним вмістом сухих речовин (16–18%) з подальшим розведенням деаерованою водою перед розливом. Це дозволяє:

- Збільшити об'єм готової продукції без розширення варниці.
- Зменшити питомі витрати енергії на нагрівання та охолодження одиниці продукту [5].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт дослідження

45 років історії Чернігівської броварні були яскравими і динамічними, сповненими змін, здобутків та неймовірних досягнень. На шляху Чернігівської броварні традиції й унікальність переплітаються з інноваціями, міжнародними стандартами та передовими практиками в області пивоваріння. Броварня була побудована у 1976 році з використанням чеських технологій. У 1996 році це підприємство першим увійшло до складу компанії «САН ІнБев Україна». А у 2018 році найбільший у світі пивоварний концерн Anheuser-Busch InBev (AB InBev) і лідер на ринку Туреччини Anadolu Efes завершили злиття бізнесів і компанія отримала нову назву – AB InBev Efes Україна. У перші 10 років компанія інвестувала в завод близько 80 млн євро, при цьому виробничі потужності зросли більш ніж у 3 рази.

Чернігівська броварня стала першою у складі «САН ІнБев Україна», що почала варити бельгійське пиво Stella Artois та запустила очисні споруди стічних вод за новітньою технологією, що позитивно впливає на навколишнє середовище та дозволяє використовувати очищену воду повторно для технічних робіт. Загальні інвестиції у проект становили 10,7 млн доларів.

Також саме на Чернігівській броварні компанії першою в Україні почали виробляти нефільтроване пиво – у 2003 році на ринок вивели нефільтроване пшеничне пиво «Чернігівське Біле». Бренд «Чернігівське» досі залишається одним із найвизнаніших брендів в Україні.

Бренд і його окремі сорти були відзначені численними нагородами на міжнародних і національних конкурсах.

Для приготування пива на броварні використовують високотехнологічне обладнання, змішуючи за традиційними рецептами воду, хміль, а також зернові культури – світлий або затемнений солод, ячмінь, рис і кукурудзу. Щоб

підкреслити смак і зробити його виразним, з гіркуватістю або більш легким, використовуються різні види хмелю та солоду.

Виробництво починається з обробки ячменю, з якого роблять солод. Його подрібнюють і змішують з гарячою водою, щоб отримати так званий затор. Ця суміш витримується у варильних котлах близько години, потім фільтрується і кип'ятиться. На цьому етапі додається хміль, а далі кип'ятіння змінюється охолодженням. Перед тим як пиво розливають в місткості й воно потрапляє на прилавки магазинів, відбувається бродіння.

Усі етапи виробництва пива повністю автоматизовані. Співробітники заводу контролюють процеси в онлайн-режимі на моніторах. Перед випуском кожної партії продукцію щодня тестує спеціальна комісія сертифікованих експертів.

Броварня є одним з ключових бізнесів в регіоні, а отже сприяє його економічному та соціальному розвитку. Ми міжнародна компанія, тож ставимо у пріоритет розвивати свій бізнес стало, ми використовуємо найкращі практики дбайливого виробництва: варимо з переважно локальних інгредієнтів, щороку знижуємо кількість спожитої води на літр продукції, впроваджуємо енергоефективні практики та переробляємо понад 99% відходів виробництва. Розвиток домашніх регіонів – один із пріоритетних напрямків компанії.

Компанія підтримує свій регіон, так на початку пандемії 2020 чернігівським лікарням були передані ШВЛ і засоби індивідуального захисту, а бригади швидкої допомоги і геріатричні центри компанія забезпечила санітайзерами. У березні 2021 вдалося реалізувати донацію засобів індивідуального захисту, а у квітні передати 6 кисневих концентраторів лікарням міста.

Також АВ InBev Efes Україна і Чернігівська броварня виступили спонсорами реалізації проєкту з електропарковкою для НУ «Чернігівська політехніка» та облаштували її територію. Крім того, вже протягом багатьох років компанія співпрацює з Чернігівським НОК (Національний олімпійський

комітет), підтримуючи розвиток спорту в регіоні та просуває здоровий спосіб життя.

2.2. Методика виконання роботи

Метою даного етапу роботи є вивчення технологічного циклу виробництва пива, аналіз режимів експлуатації обладнання та оцінка якості готової продукції в умовах Чернігівського відділення ПрАТ «AB InBev Efes Україна». Методика дослідження базується на комплексному підході, що включає аналіз сировини, моніторинг параметрів на кожному етапі виробництва та лабораторний контроль фізико-хімічних показників.

1. Методи аналізу якості сировини та допоміжних матеріалів

Дослідження починається з вхідного контролю основних компонентів:

- Солод пивоварний: оцінка за показниками вологості, масової частки екстракту, тривалості оцукрування та кольоровості згідно з ДСТУ 4282.
- Вода: аналіз загальної жорсткості, рН та вмісту іонів (хлоридів, сульфатів), що критично для сольового складу за стандартними методиками підприємства.
- Хміль та хмелепродукти: перевірка вмісту α -кислот та органолептичних показників.

2. Моніторинг технологічних параметрів виробництва

Методика дослідження технології на заводі передбачає використання автоматизованих систем керування (АСК ТП) для збору даних у режимі реального часу:

- Варильний цех: контроль температурних пауз під час затирання, тривалості фільтрації затору та інтенсивності кип'ятіння сусла з хмелем.
- Бродіння та дозрівання: моніторинг динаміки зниження видимого екстракту, температурних режимів у ЦКТ (циліндро-конічних танках) та життєздатності дріжджової культури.

3. Лабораторні методи аналізу готової продукції

Для оцінки відповідності пива стандартам бренду (наприклад, «Чернігівське», «Stella Artois») використовуються наступні методи:

- Органолептичний метод: оцінка прозорості, кольору, смаку, аромату та піноутворення за бальною системою (згідно з внутрішніми стандартами якості АВ InBev Efes).
- Фізико-хімічні методи:
 - Визначення алкоголю та дійсного екстракту за допомогою автоматичного аналізатора пива (Beer Analyzer).
 - Вимірювання гіркоти (IBU) методом спектрофотометрії.
 - Контроль кольору за шкалою EBC.
 - Визначення вмісту діоксиду вуглецю (CO₂) манометричним методом.
- Мікробіологічний контроль: посів проб на поживні середовища для виявлення сторонньої мікрофлори (диких дріжджів, молочнокислих бактерій).

4. Робота з нормативною документацією

У ході виконання роботи використовується порівняльний аналіз фактичних показників виробництва з вимогами:

1. Державних стандартів України (ДСТУ 3888 «Пиво. Загальні технічні умови»).
2. Міжнародних стандартів безпечності харчових продуктів (ISO 22000/НАССР).
3. Корпоративних стандартів компанії (VPO – Voyager Plant Optimization), що діють на Чернігівському відділенні.

5. Статистична обробка результатів

Отримані дані технологічних журналів та лабораторних аналізів обробляються методами математичної статистики з використанням програмного забезпечення (MS Excel або спеціалізованих модулів SAP), що дозволяє визначити стабільність технологічного процесу та виявити критичні точки впливу на якість [7].

Технологічна схема виробництва пива зображена на рис. 1

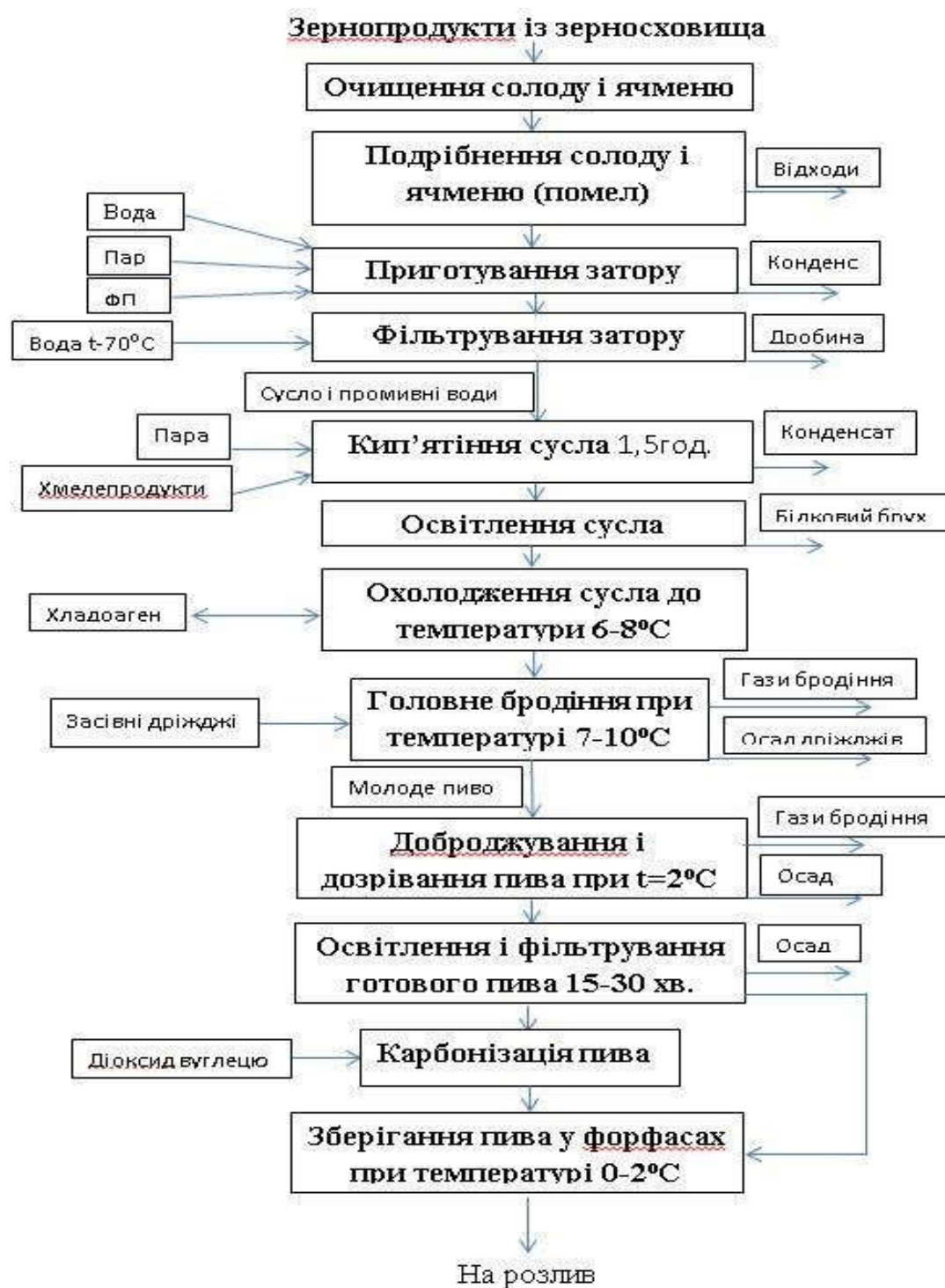


Рис. 1. Технологічна схема виробництва пива

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Якість готового продукту безпосередньо залежить від фізико-хімічних та мікробіологічних показників сировини. На Чернігівському відділенні ПрАТ «AB InBev Efes Україна» вся сировина проходить вхідний контроль у заводській лабораторії на відповідність ДСТУ та внутрішнім специфікаціям компанії.

3.1.1 Вимоги до ячмінного солоду

У цьому підрозділі ми детально розглянемо вимоги до головного інгредієнта – солоду, який на Чернігівському відділенні ПрАТ «AB InBev Efes Україна» піддається суворому лабораторному аналізу. Компанія використовує переважно світлий солод власного виробництва або від перевірених партнерів, а також спеціальні солоди для надання пиву особливих відтінків.

Солод – це пророщене, а потім висушене зерно ячменю. Його якість визначає не лише смак і колір пива, а й ефективність всього технологічного процесу (вихід сусла, швидкість фільтрації).

Це база для більшості сортів заводу («Чернігівське», «Stella Artois», «Bud»). Він забезпечує основну масу екстракту та необхідну кількість ферментів.

Основні фізико-хімічні показники (згідно з ДСТУ та стандартами AB InBev) (табл. 1).

На Чернігівському відділенні спеціальні солоди використовуються для виробництва темних або напівтемних сортів (наприклад, «Чернігівське Максимум» або спеціальні лімітовані серії) [7, 27,40].

1. Карамельний солод (Caramalt):

Таблиця 1

Основні фізико-хімічні показники пива

Показник	Вимога (для 1-го класу)	Значення для виробництва
Масова частка вологи	не більше 5,0%	Оптимально 4,2–4,5%
Екстрактивність сухої речовини	не менше 80%	81–82,5%
Різниця екстрактивності (тонкий/грубий помел)	1,5 – 2,0%	Свідчить про ступінь розчинення зерна
Масова частка білка	9,5 – 11,5%	Критично для піноутворення та стійкості
Колір сусла (EBC)	2,5 – 4,5 од.	Визначає світло-золотистий колір
Число Кольбаха	38 – 42%	Ступінь розщеплення білка
Час оцукрювання	не більше 15 хв.	Швидкість дії ферментів alpha- та beta-амілази

○ Особливість: Проходить стадію зацукрювання безпосередньо всередині зерна з подальшою карамелізацією при 120–150°C.

○ Мета: Надає пиву повноти смаку («тіла»), солодкості та бурштинового відтінку (колір 20–150 EBC).

2. Палений солод (Roasted Malt):

○ Особливість: Висушується при температурах до 200–220°C.

○ Мета: Надає насичений темний колір, кавові або шоколадні нотки. Використовується в малих дозах (1–5% засипу), щоб не надати зайвої паленої гіркоти.

3. Мюнхенський солод (Munich Malt):

- Особливість: Має вищу температуру сушіння, ніж світлий.
- Мета: Підсилює солодовий аромат та золотисто-оранжевий колір.

Незалежно від типу, солод повинен відповідати наступним органолептичним та фітосанітарним вимогам, критеріям:

- Зовнішній вигляд: Зерна однорідні, чисті, без ознак плісняви.
- Запах: Характерний солодовий (схожий на запах свіжого сіна або печива), без сторонніх запахів (гнилі, затхлості).
- Смак: Борошнисто-солодкуватий, без гіркоти (крім палених сортів).
- Засміченість: Вміст битих зерен – не більше 1%, домішок інших культур – не більше 0,5%.

Для великих підприємств, таких як AB InBev Efes, критичним є показник склоподібності зерна. В ідеальному солоді вона повинна бути мінімальною (борошниста структура), що полегшує процес дроблення та доступу води до крохмалю.

3.1.2 Технологічні властивості води та методи її підготовки

Цей підрозділ є критично важливим, адже Чернігівське відділення ПрАТ «AB InBev Efes Україна» приділяє особливу увагу водопідготовці, оскільки вода з місцевих артезіанських свердловин має специфічний мінеральний склад, що потребує коригування.

Вода є кількісно головною сировиною у пивоварінні (складає близько 90–95% маси готового продукту). Її склад впливає на рН затору, активність ферментів, процес коагуляції білків та формування смакового профілю пива.

3.1.2.1 Вимоги до технологічної води

На підприємстві вода повинна відповідати не лише вимогам ДСанПіН («Вода питна»), а й суворим внутрішнім специфікаціям компанії АВ InBev Efes:

- Мікробіологічна чистота: Повна відсутність кишкової палички та сторонніх мікроорганізмів.
- Органолептичні показники: Вода має бути прозорою, без запаху, присмаку та кольору.
- Хімічні показники:
 - Жорсткість: Для світлих лагерів (основа портфеля заводу) оптимальною є низька жорсткість – 1,0–2,0 ммоль/дм³.
 - Лужність: Має бути мінімальною, оскільки висока лужність нейтралізує природну кислотність затору, що погіршує роботу ферментів.
 - Вміст іонів: * Кальцій (Ca^{2+}): сприяє осадженню білків та захищає α -амілазу від інактивації.
 - Магній (Mg^{2+}): необхідний як кофактор для дріжджів, але у високих концентраціях надає гіркоти.
 - Хлориди та Сульфати: співвідношення між ними визначає баланс між повнотою смаку та чистотою хмелевої гіркоти [53].

3.1.2.2 Методи підготовки води на Чернігівському відділенні

Для досягнення ідеальних параметрів на заводі використовується багатоступенева система водопідготовки (Water Treatment Plant):

1. Попереднє очищення (Фільтрація): Видалення механічних домішок та піску через мультимедійні фільтри.
2. Знезалізнення: Оскільки підземні води Чернігівщини багаті на залізо, використовуються станції аерації та фільтри-знезалізнювачі. Надлишок заліза надає пиву металевого присмаку та викликає помутніння.
3. Пом'якшення та декарбонізація:

о Метод зворотного осмосу: Основна частина води проходить крізь напівпроникні мембрани, що дозволяє отримати практично знесолену воду, яку потім змішують («блендують») з підготовленою водою до потрібних параметрів.

4. Сорбційне очищення: Використання фільтрів з активованим вугіллям для видалення залишкового хлору та органічних сполук, що впливають на запах.

5. Знезараження: Обробка ультрафіолетовим випромінюванням (УФ-лампи) безпосередньо перед подачею на варильний порядок.

6. Деаерація (для розведення пива за технологією HGB): Видалення розчиненого кисню з води. Це критично для запобігання окисненню пива на стадії фільтрації та розливу [1,3].

3.1.2.3 Вплив складу води на стадії виробництва

- При затиранні: Кальцій витісняє іони водню з фосфатів солоду, знижуючи рН до оптимальних 5,2–5,5.

- При варінні: Оптимальний сольовий склад забезпечує якісне осадження «бруху» (згорнутих білків), що робить сусло прозорим.

- При бродінні: Мікроелементи (цинк, магній) стимулюють метаболізм дріжджів.

Система водопідготовки на Чернігівському відділенні дозволяє отримувати стабільну якість води незалежно від сезонних коливань складу у свердловинах, що є запорукою ідентичного смаку пива «Чернігівське» у кожній партії.

3.1.3. Хміль та хмелепродукти: характеристика та дозування

У цьому підрозділі ми розглянемо так звану «душу» пива – хміль. На Чернігівському відділенні ПрАТ «AB InBev Efes Україна» використання хмелю суворо регламентоване для досягнення балансу між гіркотою та ароматом, що є характерною рисою брендів компанії.

Хміль надає пиву специфічну гіркоту, тонкий аромат, підвищує його біологічну стійкість та сприяє кращому піноутворенню. У сучасному промисловому виробництві натуральний шишковий хміль практично не використовується через складність зберігання та високі втрати екстрактивних речовин.

На заводі в Чернігові використовують переважно два види хмелепродуктів:

1. Гранульований хміль (тип 90): Це подрібнений та спресований хміль, у якому збережені всі природні компоненти. Цифра «90» означає, що зі 100 кг шишок отримують приблизно 90 кг гранул.

2. Екстракти хмелю (CO₂-екстракти): Отримують шляхом екстракції альфа-кислот за допомогою діоксиду вуглецю. Вони мають тривалий термін зберігання та забезпечують дуже точне дозування гіркоти.

Для виробництва пива (наприклад, «Чернігівське» або «Stella Artois») використовують комбінацію різних сортів:

- Гіркі сорти (Bitter hops): Мають високий вміст альфа-кислот (12–18%). Приклади: Magnum, Hercules, Nugget. Їх додають на початку варіння сусла для максимальної ізомеризації гірких речовин.

- Ароматні сорти (Aroma hops): Багаті на ефірні олії, але мають низький вміст альфа-кислот (3–6%). Приклади: Zatecky Gus (Saaz), Hallertau Tradition, Hersbrucker. Їх додають наприкінці варіння або у вірпул для збереження летких ароматів.

Розрахунок кількості хмелю (M_h) проводиться на основі вмісту альфа-кислот та цільового показника гіркоти готового пива (**IBU** – International Bitterness Units).

Формула розрахунку дозування:

$$M_h = \frac{IBU \times V \times 10}{C_{\alpha} \times U} \quad (1)$$

де: IBU – задана гіркота (наприклад, 18–20 для світлого лагера);

- V – об'єм сусла (дал);
- C_{α} – вміст альфа-кислот у хмелі (%);

- U – коефіцієнт використання гірких речовин (зазвичай 25–30% при варінні 60–90 хв).

На Чернігівському заводі зазвичай застосовують дво- або тристадійне внесення хмелю:

1. Перша порція (60–90 хв до кінця варіння): 60–80% від загальної розрахункової кількості (переважно гіркий хміль або екстракт).

2. Друга порція (15–20 хв до кінця варіння): для надання смаку та стабілізації білків.

3. Третя порція (за 5 хв до кінця або у вірпул): ароматний хміль для надання характерного «пивного» букета.

Особливість АВ InBev Efes: Для брендів типу Bud або Stella Artois специфікації передбачають використання лише певних територіальних сортів хмелю, що гарантує ідентичність смаку в будь-якій країні світу.

Чисті культури дріжджів: біохімічні особливості обраної раси

У цьому підрозділі ми розглянемо «головного технолога» броварні – дріжджі. На Чернігівському відділенні ПрАТ «АВ InBev Efes Україна» використовують чисті культури дріжджів (ЧКД), які є власністю корпорації та забезпечують стабільність смакового профілю відомих брендів.

Дріжджі – це одноклітинні мікроорганізми, які в процесі метаболізму перетворюють цукри сусла в етиловий спирт, діоксид вуглецю та низку побічних продуктів, що формують аромат пива [25].

3.1.4. Характеристика обраної культури дріжджів

Цей підрозділ деталізує біологічний «інструментарій», який використовує Чернігівське відділення ПрАТ «АВ InBev Efes Україна» для забезпечення стабільності своїх світових та локальних брендів.

Для виробництва основної лінійки продукції (світлих лагерів) на підприємстві використовується чиста культура дріжджів (ЧКД) низового

бродіння роду *Saccharomyces pastorianus* (синонім – *Saccharomyces carlsbergensis*).

На відміну від елів, ці дріжджі еволюціонували для роботи в умовах низьких температур, що дозволяє отримувати напої з дуже чистим, «прозорим» смаковим профілем без зайвих фруктових ефірів.

1. Морфологічні та фізіологічні особливості

- Форма клітин: Клітини мають овальну або яйцеподібну форму. Розмір коливається в межах 6–10 мкм.
- Спосіб розмноження: Вегетативний, шляхом брунькування.
- Температурний оптимум: Раса адаптована до метаболізму при температурах 6–15°C. При зниженні температури до 0–1°C (стадія дозрівання) дріжджі переходять у стан анабіозу та осідають.

2. Технологічні властивості раси дріжджів

Чернігівське відділення використовує раси, що володіють наступними критичними характеристиками:

- Висока аттенуація (ступінь зброджування): Здатність дріжджів переробляти не лише прості цукри, а й складніші трисахариди (мальтотріозу). Це дозволяє досягти глибокого зброджування сусла, характерного для стилю Pilsner.
- Флокуляційна здатність: Обрана раса належить до «пластівчастих» дріжджів. Наприкінці бродіння клітини агрегуються (склеюються) і швидко випадають в осад. Це критично важливо для великих ЦКТ (циліндро-конічних танків), оскільки дозволяє легко відводити дріжджі через конус апарата.
- Стійкість до етанолу: Раса здатна зберігати активність при концентрації спирту до 9–10% об., що необхідно для виробництва міцних сортів (наприклад, «Чернігівське Максимум»).
- Осмотолерантність: Здатність працювати в суслі з високою щільністю, що є основою технології HGB (High Gravity Brewing), яка активно застосовується на заводах AB InBev Efes.

3. Генетична чистота та походження

На підприємствах корпорації AB InBev Efes використовуються закриті («банківські») раси дріжджів.

- Кожна раса має свій унікальний код (наприклад, раса для Stella Artois відрізняється від раси для Bud).
- Генетична стабільність раси гарантує, що кожна партія пива, зварена в Чернігові, буде ідентичною за смаком партіям, звареним на інших заводах концерну в Європі чи Америці.

4. Взаємодія з компонентами сусла

Обрана раса характеризується низьким рівнем продукування побічних продуктів (діацетилу, вищих спиртів) та високою швидкістю резорбції (поглинання) діацетилу на стадії «теплої паузи». Це забезпечує м'який солодовий смак без сторонніх «аптечних» або «овочевих» присмаків [22].

Вибір раси *Saccharomyces pastorianus* на Чернігівському відділенні зумовлений її здатністю ефективно зброджувати високощільне сусло, швидко осідати в конусах ЦКТ та формувати стабільний, чистий профіль напою, що відповідає міжнародним стандартам якості.

3.1.4.1 Метаболізм дріжджів та формування аромату

Метаболізм пивоварних дріжджів – це сукупність хімічних реакцій, які відбуваються всередині дріжджової клітини з моменту її внесення у сусло. Його можна розділити на енергетичний (отримання енергії) та конструктивний (будова нових клітин).

1. Енергетичний обмін (Бродіння)

Головним процесом є спиртове бродіння, під час якого дріжджі розщеплюють цукри (глюкозу, фруктозу, мальтозу) за схемою Гей-Люссака:



де Q – теплова енергія, що виділяється. Оскільки процес екзотермічний, у ЦКТ Чернігівського заводу працюють сорочки охолодження для підтримання стабільної температури.

2. Формування ароматичного профілю (Побічні продукти)

Смак і аромат пива залежать не від спирту, а від мікрокількостей побічних продуктів метаболізму:

- Вищі спирти (сивушні олії): Утворюються в результаті метаболізму амінокислот (реакція Ерліха). У надмірній кількості надають пиву різкого «алкогольного» запаху, тому на заводі суворо контролюють температуру бродіння, щоб не допустити їх надлишку.

- Ефіри: Результат взаємодії спиртів та органічних кислот. Надають пиву фруктових ноток (яблуко, банан, груша). Для лагерів типу «Чернігівське» важливо, щоб вміст ефірів був помірним для збереження «чистого» профілю.

- Альдегіди (ацетальдегід): Надають запаху зеленого яблука. Є проміжним продуктом бродіння. Наприкінці процесу дріжджі повинні відновити їх до етанолу.

3. Діацетил та його редукція

Діацетил – це сполука, що надає пиву небажаного присмаку вершкового масла або ірису.

1. Утворення: Відбувається на початковій стадії бродіння як побічний продукт синтезу амінокислоти валіну.

2. Редукція (Діацетилова пауза): Наприкінці бродіння температуру в ЦКТ підвищують на 2–3°C. Це стимулює дріжджі «поглинати» діацетил назад і перетворювати його на непахучий ацетоїн. На AB InBev Efes контроль діацетилу є обов'язковим перед початком охолодження пива.

4. Сполуки сірки

У процесі метаболізму дріжджі можуть виділяти сірководень (H_2S) або диметилсульфід (DMS).

- DMS надає присмаку вареної кукурудзи. Його рівень регулюється як під час варіння сусла, так і активною роботою дріжджів, які «виносять» залишки газів разом із бульбашками CO₂ [37].

3.1.4.2 Розведення та експлуатація ЧКД на підприємстві

На Чернігівському відділенні функціонує сучасне відділення чистої культури (ВЧК), де процес відбувається у кілька етапів:

1. Лабораторна стадія: Дріжджі розмножуються з однієї клітини (з пробірки) у стерильному середовищі.
2. Пропагация: Вирощування дріжджової маси в спеціальних апаратах (пропагаторах) до об'ємів, необхідних для засівання багатотонних ЦКТ.
3. Генерації дріжджів: Після бродіння дріжджі збирають і використовують повторно. На великих заводах зазвичай використовують до 5–8 генерацій, після чого культуру оновлюють, щоб уникнути мутацій та погіршення смаку [7].

3.1.4.3 Вимоги до якості дріжджів перед засівом

Для забезпечення стабільного бродіння та отримання заданого смакового профілю пива, насіннєві дріжджі (як першої генерації з пропагатора, так і рекуперовані після попередніх циклів) повинні відповідати суворим критеріям якості.

1. Життєздатність клітин (Viability)

Це ключовий показник, що визначає відсоток живих клітин у дріжджовій суспензії.

- Вимога: не менше 95–98%.
- Метод контролю: Мікроскопіювання з використанням барвника (метиленового синього). Живі клітини здатні знебарвлювати барвник завдяки ферментам, тоді як мертві забарвлюються у синій колір.

2. Фізіологічний стан та активність (Vitality)

Окрім того, що клітина жива, вона повинна бути енергійно активною.

- Запас глікогену: Дріжджі повинні мати достатній запас внутрішньоклітинних вуглеводів (глікогену), щоб успішно пройти фазу адаптації (lag-фазу) в суслі.

- Брунькування: Наявність певної кількості клітин, що брунькуються (2–5%), свідчить про активну фазу росту.

3. Мікробіологічна чистота

Пивоварні дріжджі повинні бути вільними від сторонніх мікроорганізмів:

- Дикі дріжджі: Повна відсутність. Вони можуть змінити смак пива (фенольні ноти) або викликати помутніння.

- Бактеріальна чистота: Не допускається наявність молочнокислих та оцтовокислих бактерій, сарцин.

- Вимога: Кількість сторонніх клітин не повинна перевищувати 1 на 1 млн дріжджових клітин.

4. Концентрація та норма засівання

Для кожного сорту пива розраховується специфічна концентрація дріжджів.

- Стандартна норма: Для лагерів середньої щільності (11–12%) норма засівання становить 15–20 млн живих клітин на 1 мл сусла.

- При використанні технології HGB (високощільного пивоваріння) норма засівання може бути збільшена до \$25\$–\$30\$ млн клітин/мл.

5. Органолептичні показники дріжджової маси

- Колір: Кремовий, світло-сірий або злегка жовтуватий.

- Запах: Приємний, чистий, дріжджовий, без запаху автолізу (тухлих яєць) або кислотності.

- Консистенція: Густа однорідна змітаноподібна маса без грудок та сторонніх включень.

Технологічна нота: Якщо дріжджі не відповідають хоча б одному з вищезгаданих параметрів, вони відбраковуються та відправляються на

утилізацію, оскільки використання неякісних дріжджів призводить до неповного зброджування, утворення надлишку діацетилу та сторонніх присмаків [41].

Висновок: Використання специфічної раси *Saccharomyces pastorianus* на Чернігівському відділенні дозволяє досягти стабільного профілю «чистого» лагера з мінімальним вмістом побічних продуктів бродіння, що відповідає високим стандартам якості AB InBev Efes.

3.2. Опис технологічного процесу

Виробництво пива на підприємстві здійснюється за класичною схемою з використанням технології високощільного пивоваріння (HGB). Весь процес керується автоматизованою системою (Symphony/SCADA), що забезпечує точне дотримання температурних та часових параметрів.

У цьому підрозділі ми детально охарактеризуємо «гарячий» етап виробництва, що відбувається у варильному цеху Чернігівського відділення. Оскільки завод працює за світовими стандартами AB InBev Efes, технологічний процес максимально автоматизований та спрямований на стабільність показників сусла. Процес отримання пивного сусла на підприємстві можна розділити на кілька послідовних стадій [52]:

3.2.1 Підготовка та дроблення зернопродуктів

Мета етапу – зруйнувати ендосперм зерна, зберігши при цьому цілісність квіткові оболонки (лузги).

- Обладнання: Використовуються млини для мокрого дроблення або кондиціонованого дроблення.
- Технологія: Перед дробленням солод зволожується водою (температура 30–35°C) протягом 15–20 хвилин. Це робить оболонку еластичною, вона не подрібнюється в пил, а лише розривається. Збережена оболонка пізніше забезпечить високу швидкість фільтрації затору.

3.2.2 Затирання (Mashing)

Це найвідповідальніший біохімічний етап. Подрібнений солод змішується з водою у співвідношенні приблизно 1:3 або 1:4 (гідромодуль).

- Метод: Настійний (інфузійний) спосіб з поступовим нагріванням.
- Температурний графік (режими):
 1. Змішування: відбувається при 35–45°C.
 2. Білкова пауза (50–52°C): триває 15–20 хв. Ферменти протеази розщеплюють високомолекулярні білки.
 3. Мальтозна пауза (62–64°C): триває 30–40 хв. Це час роботи β -амілази, яка утворює мальтозу – основний цукор для бродіння.
 4. Пауза оцукрювання (70–72°C): триває 15–20 хв. Працює α -амілаза, що утворює декстрини, які надають пиву «тіло».
 5. Фінальне нагрівання (78°C): для зниження в'язкості затору перед фільтрацією.

3.2.3 Фільтрування затору (Lautering)

Мета – відділити солодке сусло від нерозчинної пивної дробини.

- Обладнання: Сучасний фільтр-чан (Lauter Tun) великого діаметру.
- Процес:
 1. Набирання фільтрувального шару: дробина осідає на дно, утворюючи природний фільтр.
 2. Спуск першого сусла: відбір найбільш концентрованого розчину.
 3. Промивання дробини: подача гарячої води (78°C) зверху для вимивання залишків екстракту.

3.2.4 Варіння сусла з хмелем (Wort Boiling)

Сусло збирається у сушловарильному апараті, де кип'ятиться протягом 60–90 хвилин.

- Завдання: Стерилізація, випаровування зайвої вологи для досягнення заданої щільності, коагуляція білків та екстракція гіркоти з хмелю.
- Додавання хмелю: На Чернігівському заводі хміль вноситься за автоматизованою програмою (зазвичай у 2 або 3 прийоми), що забезпечує стабільний IBU (рівень гіркоти).

3.2.5 Освітлення та охолодження

- Вірпул (Whirlpool): Гаряче сусло подається тангенціально в апарат, де за рахунок ефекту «чайної чашки» весь білковий осад (труб) збирається в щільний конус по центру.
- Охолодження: Очищене сусло проходить крізь пластинчастий теплообмінник, де його температура знижується з 95°C до температури засівання дріжджів (8–12°C).
- Аерація: В охолоджене сусло подається стерильне повітря (або кисень), необхідне дріжджам для синтезу мембран на початковій стадії росту.

3.2.6 Бродіння та дозрівання пива

Процес ферментації на підприємстві поєднує два основні етапи: головне бродіння (перетворення цукрів на спирт) та дозрівання (формування смаку, освітлення та насичення CO₂).

1. Головне бродіння в ЦКТ.

Після охолодження та аерації сусло подається в ЦКТ, куди одночасно дозується необхідна кількість дріжджової суспензії.

- Температурний режим: Для світлих лагерів («Чернігівське», «Stella Artois») бродіння починається при 8–9°C. У процесі виділення тепла температура може підніматися до 12–14°C (згідно з технологічною картою бренду).

- Контроль екстракту: Лабораторія та автоматика щоденно контролюють зниження щільності сусла (видимий екстракт).

- Швидкість бродіння: Основна частина цукрів зброджується за 5–7 діб.

2. Діацетилова пауза (Тепла витримка)

Коли щільність сусла наближається до кінцевого ступеня зброджування (залишається близько 2–3%), температуру в танку підвищують до 14–15°C.

- Мета: Стимулювати дріжджі до активного поглинання діацетилу (побічного продукту), який надає пиву небажаного маслянистого присмаку.

- Тривалість: 24–48 годин, доки рівень діацетилу не впаде нижче встановленої межі (зазвичай <0,1 мг/л).

3. Дозрівання та лагеризація (Cold Conditioning)

Після успішного проходження діацетилового тесту пиво починають охолоджувати.

- Охолодження: Температура поступово знижується до -1 – -1,5°C.

- Сепарація дріжджів: Завдяки конічній формі дна та низькій температурі дріжджі осідають у конус. Їх періодично «знімають» (видаляють) для подальшого використання або утилізації.

- Процеси при дозріванні:

- Освітлення: Осідають дрібні суспензії та білково-дубильні комплекси.

- Насичення CO₂: Пиво природним чином насичується вуглекислотою під надлишковим тиском (шпунтування).

- Гармонізація смаку: Зникають «молоді» присмаки, напій стає м'яким та збалансованим.

4. Технологія High Gravity Brewing (HGB) на етапі ферментації

Важливою особливістю об'єкта дослідження є те, що в ЦКТ бродить високощільне пиво (High Gravity Beer) з вмістом спирту на 20–30% вище, ніж у фінальному продукті. Це дозволяє максимально ефективно використовувати об'єм танків. Пиво розводиться до стандартних кондицій деаерованою водою вже на стадії фільтрації перед розливом.

5. Контроль якості в «холодному блоці»

Автоматизована система керування контролює температуру в трьох зонах ЦКТ (через сорочки охолодження), тиск шпунтування (зазвичай 0,8–1,2 бар), вміст розчиненого кисню (має бути мінімальним для запобігання окисненню).

3.2.7. Обробка готового пива (фільтрація, сепарування, пастеризація)

Після завершення циклу дозрівання в ЦКТ пиво містить дріжджі та дрібнодисперсні зважені частки, які необхідно видалити для забезпечення товарного вигляду та тривалого терміну зберігання.

1. Сепарування та первинне освітлення

Перед подачею на основні фільтри пиво часто проходить через герметичні відцентрові сепаратори.

- Мета: Видалення основної маси осілих дріжджів та великих білкових комплексів.
- Перевага: Це дозволяє значно знизити навантаження на дорогі фільтрувальні матеріали (кізельгур) та подовжити тривалість фільтроциклу.

2. Фільтрація пива

На підприємстві використовується переважно кізельгурова фільтрація з використанням наливних свічкових або рамних фільтрів.

- Технологія: На фільтрувальну поверхню наливається шар кізельгуру (діатоміту). Пиво проходить крізь цей пористий шар, де затримуються найдрібніші частинки каламуті.
- Стабілізація: Одночасно з кізельгуром можуть додаватися стабілізуючі сорбенти (наприклад, силікагелі або PVPP), які видаляють специфічні білки та поліфеноли, що викликають «холодне помутніння».
- Полірувальна фільтрація: На виході пиво проходить крізь мембранні фільтри (картонні або патронні) для надання напою характерного блиску.

3. Коригування щільності (HGB) та карбонізація

Оскільки Чернігівський завод використовує технологію High Gravity Brewing, саме після фільтрації відбувається фінальне доведення пива до стандартних показників.

- Деаерована вода: Пиво змішується з підготовленою водою, яка повністю позбавлена кисню.
- Карбонізація: Якщо під час дозрівання рівень CO_2 виявився недостатнім, проводиться додаткове насичення вуглекислотою в потоці.

4. Пастеризація

Це термічна обробка пива для інактивації залишкових дріжджових клітин та мікрофлори, що гарантує термін придатності від 6 до 12 місяців. На заводі використовують два методи:

1. Поточна пастеризація (Тунельна): Проводиться у пластинчастих теплообмінниках перед розливом. Пиво миттєво нагрівається до $72\text{--}75^\circ\text{C}$ на 15–30 секунд і швидко охолоджується. Це краще зберігає смак («живий» профіль).
2. Тунельна пастеризація: Вже закупорена тарована продукція (пляшки, банки) проходить крізь тунель, де зрошується водою різних температур. Це найнадійніший метод захисту від повторного зараження.

5. Форфасна ділянка (Зберігання перед розливом)

Відфільтроване та пастеризоване пиво надходить у форфаси – ізотермічні ємності для зберігання під тиском. Звідси напій подається безпосередньо на лінії розливу (ПЕТ, скло, банка або кега).

Технологічна нота: Весь процес обробки відбувається у закритому контурі без контакту з повітрям. Вміст розчиненого кисню (O_2) на цьому етапі не повинен перевищувати **0,02–0,05 мг/л**, інакше пиво швидко окислиться і набуде присмаку старіння (картону).

3.2.8. Розлив та пакування

Метою цього етапу є фасування пива в споживчу тару з максимальним збереженням його якісних показників (вмісту CO₂, стерильності та відсутності кисню).

1. Види пакувальних ліній на підприємстві

На Чернігівському заводі функціонують кілька високоавтоматизованих ліній:

1. Лінія скляної пляшки (0,5 л): Використовує оборотну та нову тару.

2. Лінія ПЕТ-пляшки (1 л, 2 л): Включає видув пляшки безпосередньо перед розливом.

3. Лінія алюмінієвої банки (0,5 л): Найбільш динамічний сегмент, що забезпечує легкість та захист від світла.

4. Лінія розливу в кеги (30 л, 50 л): Для сектору HoReCa (бари, ресторани).

2. Основні етапи процесу розливу

Процес на всіх лініях (крім кегової) відбувається за подібним алгоритмом:

- Підготовка тари: Скляні пляшки проходять крізь пляшкомийну машину (ПММ) з використанням лужних розчинів. ПЕТ-тара видувається з преформ при високій температурі, що забезпечує її внутрішню стерильність.

- Інспекція (EBI – Empty Bottle Inspector): Електронний інспектор сканує кожну пляшку на наявність тріщин, сторонніх предметів або залишків мийних засобів.

- Ізобаричний розлив: Пиво розливається під тиском, що дорівнює тиску в танку-зберігачі (форфасі). Це запобігає піноутворенню та втраті вуглекислоти. Перед розливом повітря з пляшки витісняється інертним газом (CO₂ або азотом).

- Укупорювання: Моментальне закриття пляшки кронен-пробкою (для скла), гвинтовим ковпачком (для ПЕТ) або кришкою (для банки).

3. Контроль на лінії та маркування

- Електронний рівнемір: Перевірка точності наливу. Пляшки з недоливом або переливом автоматично видаляються з конвеєра.

- Етикетування: Нанесення фронтальної, контр-етикетки та кольєретки.
- Маркування: Лазерне або краплеструминне нанесення дати виробництва, терміну придатності та коду зміни на скло або пробку.

4. Пакування та палетування

Готова тарована продукція групується:

- Скляні пляшки – у пластикові ящики або картонні короби.
- ПЕТ та банки – у термозбіжну плівку (кейси по 4, 6, 12 або 24 одиниці).

Автоматичні палетайзери формують вантажні палети, які обмотуються стрейч-плівкою для стабільності під час транспортування.

5. Техніко-економічні показники розливу

На Чернігівському відділенні швидкість ліній може сягати:

- До 60 000–90 000 пляшок/годину для скла та банки.
- Високий ступінь автоматизації мінімізує «бій» тари та втрати пива на стадії розливу (норма втрат зазвичай не перевищує 1-1,5%).

3.3. Технологічні розрахунки

Розрахунок продуктивності цеху (річна, добова, годинна) ведеться ведеться для визначення потужності варильного цеху, виходячи з річного плану виробництва та графіка роботи обладнання.

3.3.1 Визначення фонду робочого часу

Для великих заводів корпорації AB InBev Efes характерний високий коефіцієнт використання обладнання.

- Кількість днів у році: 365.
- Дні на технічне обслуговування та капітальний ремонт (T_{rem}): ~15–20 днів.
- Дні на санітарну обробку (мийку) обладнання (T_{san}): враховуються у добовому циклі або окремо (приблизно 10 днів на рік).

- Робочий фонд часу (T_{work}):

$$T_{\text{work}} = 365 - (T_{\text{rem}} + T_{\text{san}}) = 335\text{--}340 \text{ діб/рік}$$

3.3.2 Розрахунок річної продуктивності (P_{year})

Річна продуктивність встановлюється згідно з виробничим планом компанії. Для Чернігівського відділення (орієнтовно):

- $P_{\text{year}} = 10\,000\,000$ дал готового пива на рік (або 1 000 000 гл).

3.3.3 Розрахунок добової продуктивності (P_{day})

Добова продуктивність визначає об'єм пива, який цех має видавати щодня для виконання річного плану.

$$P_{\text{day}} = \frac{P_{\text{year}}}{T_{\text{work}}} \quad (3)$$

$$\text{Приклад розрахунку: } P_{\text{hour}} = \frac{29\,411 \text{ дал}}{24 \text{ год}} \approx 1225 \text{ дал/год}$$

3.3.4 Кількість варок та об'єм однієї варки

На сучасних заводах варильний порядок працює циклічно.

- Тривалість одного циклу варки: $\sim 2,0\text{--}2,5$ години (завдяки паралельній роботі заторного, фільтр-чана та сушловарильного апаратів).
- Кількість варок на добу (n): 10–12 варок.
- Об'єм однієї варки (V_{brew}):

$$V_{\text{brew}} = \frac{P_{\text{day}}}{n} \quad (4)$$

- при 10 варках на добу: $V_{\text{brew}} = 2941$ дал гарячого сусла.

У розрахунках слід враховувати, що годинна продуктивність варильного цеху зазвичай на 10-15% вища за продуктивність ліній розливу. Це створює

необхідний резерв (буфер) у вигляді форфасів для безперебійної роботи заводу (табл. 2).

Таблиця 2

Зведена таблиця продуктивності

Показник	Одиниця виміру	Значення
Річний фонд робочого часу	діб	340
Річна продуктивність	дал/рік	10 000 000
Добова продуктивність	дал/добу	29 411
Годинна продуктивність	дал/год	1 225
Кількість варок на добу	варок	10
Номінальний об'єм однієї варки	дал	~3 000

3.3.5 Матеріальний баланс виробництва (розрахунок витрат солоду, води, хмелю та дріжджів на заданий об'єм продукції)

Для виконання матеріального балансу розрахуємо витрати основної сировини для виробництва 1000 дал (100 гл) готового світлого пива (наприклад, «Чернігівське Світле» з початковою екстрактивністю 11%).

Розрахунок ведеться з урахуванням нормативних втрат на кожному етапі виробництва, характерних для Чернігівського відділення ПрАТ «AB InBev Efes Україна» [21].

3.3.5.1 Вихідні дані для розрахунку

- Об'єм готового пива: $V_{\text{готове}} = 1000$ дал.
- Початкова екстрактивність сусла: $P = 11\%$.
- Екстрактивність солоду (на суху речовину): $E = 80\%$.
- Вологість солоду: $w = 5\%$.

- Вміст альфа-кислот у хмелі: 10% (для гранул).
- Цільова гіркота пива: 18 IBU.
- Загальні втрати екстракту (у варниці): 2%.
- Загальні втрати об'єму (бродіння, фільтрація, розлив): 8%.

3.3.5.2 Розрахунок витрат солоду

Для розрахунку маси солоду спочатку визначимо необхідну кількість екстракту в суслі.

1. Необхідний об'єм холодного сусла:

$$V_{\text{сусла}} = V_{\text{готове}} \times 1,08 = 1080 = \text{дал} \quad (5)$$

2. Маса солоду (кг):

$$Q_c = \frac{V_{\text{сусла}} \times P \times p}{E \times \left(1 - \frac{w}{100}\right) \times \left(1 - \frac{v}{100}\right)} \quad (6)$$

Де p (густина сусла 11%) $\approx 1,044$ кг/л.

Розрахунок:

$$Q_c = \frac{10800 \times 0,11 \times 1,044}{0,80 \times 0,95 \times 0,98} \approx \frac{1240}{0,7448} \approx 1665 \text{ кг}$$

Отже, для 1000 дал пива необхідно 1,665 тонни солоду.

3.3.5.3 Розрахунок витрат води ($V_{\text{води}}$)

Витрата води включає воду на затирання та промивання дробини. На підприємствах AB InBev Efes показник споживання води (Water Ratio) є дуже низьким завдяки енергоощадності.

- Вода на затирання (гідромодуль 1:3,5): $1665 \times 3,5 = 5827$ л.
- Вода на промивання дробини: $10800 - 5827 + \text{поглинання дробиною} \approx 6500$ л.
- Загальна технологічна вода: ≈ 12300 л = 1230 дал. (Коефіцієнт: 1,23 л води на 1 л пива суто для сусла, без урахування миття).

3.3.5.4 Розрахунок витрат хмелю (Q_x)

Розрахунок ведеться за гіркими речовинами (альфа-кислотами).

- Формула: $Q_x = \frac{IBU \times V_{\text{сусла}}}{10 \times \alpha \times K_{\text{вик}}}$ Де $K_{\text{вик}}$ (коефіцієнт використання гіркоти) $\approx 30\%$. (7)

Розрахунок:

$$Q_x = \frac{18 \times 10800}{10 \times 10 \times 30} \approx 6,48 \text{ кг}$$

Витрата хмелепродукту (гранул) на 1000 дал становить приблизно 6,5 кг.

3.3.5.5 Розрахунок потреби в дріжджах ($Q_{\text{др}}$)

На Чернігівському заводі дріжджі вносяться у вигляді густої суспензії з концентрацією клітин.

- Норма засівання: 15 млн клітин/мл.
- Об'єм дріжджової суспензії: Зазвичай становить 0,5–1,0% від об'єму сусла.
- Розрахунок: $V_{\text{др}} = 1080 \text{ дал} \times 0,007 = 7,5 \text{ дал}$ (75 л) густих дріжджів

3.3.6 Тепловий баланс процесу варіння сусла

Метою розрахунку є визначення витрати пари (SD) на одну варку для нагрівання сусла до кипіння та його випаровування протягом 60–90 хвилин.

Таблиця 3

Зведена таблиця матеріального балансу (на 1000 дал готового пива)

Найменування сировини	Одиниця виміру	Кількість
Солод ячмінний світлий	кг	1665

Вода технологічна	дал	1230
Хмелепродукти (гранули)	кг	6,5
Дріжджі (суспензія)	л	75

3.3.6.1 Розрахунок приходу тепла

Основним джерелом тепла є фізичне тепло сусла, що надходить із фільтр-чана, та теплота пари.

1. Тепло з початковим суслом (Q_1):

$$Q_1 = G_c \times C_c \times t_{\phi} \quad (8)$$

де: G_c – маса сусла на одну варку, кг;

C_c – питома теплоємність сусла ($\approx 3,9\text{--}4,0$ кДж/(кг·К));

t_{ϕ} – температура сусла після фільтрації (75–78°C).

Тепло гріючої пари (Q_2): надходить у сорочку або внутрішній варильник апарата.

3.3.6.2 Розрахунок витрат тепла

1. Нагрівання сусла до кипіння ($Q_{\text{нагр}}$):

Кількість енергії для підняття температури від t_{ϕ} до $t_{\text{кип}}$ 100–102 залежно від тиску):

$$Q_{\text{нагр}} = G_c \times C_c \times (t_{\text{кип}} - t_{\phi}) \quad (9)$$

2. Випаровування води ($Q_{\text{вип}}$): Енергія на випаровування 5–8% сусла (інтенсивне кипіння для видалення диметилсульфіду та коагуляції білків):

$$Q_{\text{вип}} = W \times r, \quad (10)$$

де: W – маса випарованої води, кг;

r – питома теплота пароутворення (≈ 2257 кДж/кг).

3. Втрати тепла в довкілля ($Q_{\text{втр}}$):

Завдяки якісній ізоляції апаратів на АВ InBev Efes, втрати складають лише 3–5%.

3.3.6.3 Визначення витрати пари

Витрата пари на одну варку визначається з рівняння теплового балансу:

$$D = \frac{Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{вип}}}{(i - i_k) \times n}, \quad (11)$$

де: i – ентальпія гріючої пари;

i_k – ентальпія конденсату;

n – ККД апарата (0,95–0,98).

3.3.6.4 Рекуперація тепла (Енергоощадність)

На Чернігівському заводі пара, що виходить із сушловарильного апарата, не викидається в атмосферу, а спрямовується в енергоакумулятор. Там вона нагріває воду, яка потім використовується для наступного циклу затирання або промивання дробини. Це дозволяє економити до 15 кВт·год енергії на кожен гектолітр виробленого суслу.

Таким чином, розрахунок теплового балансу підтверджує, що основна частина енергії (80–85%) витрачається на фазовий перехід (випаровування), а впровадження систем рекуперації на підприємстві суттєво знижує собівартість готового продукту.

3.4. Апаратурне оформлення процесу

Вибір обладнання здійснюється на основі розрахованої продуктивності та технологічних особливостей виробництва світлого лагера за технологією HGB.

3.4.1 Обладнання варильного цеху

Варильний порядок (Brewhouse) є серцем заводу. Він спроектований за каскадним принципом для забезпечення 10–12 варок на добу.

- Млин для мокрого дроблення: Забезпечує зволоження солоду перед помелом, що дозволяє зберегти цілісність оболонки.
- Заторний апарат: Оснащений паровою сорочкою та лопатевою мішалкою для рівномірного прогріву затору під час проходження температурних пауз.
- Фільтр-чан (Lauter Tun): Має великий діаметр і систему розпушувальних ножів, які автоматично регулюють висоту залежно від тиску на ситову решітку.
- Сусловарильний апарат з внутрішнім варильником: Використання внутрішнього трубчастого теплообмінника (meridian) забезпечує інтенсивну циркуляцію сусла та якісну коагуляцію білків при меншому тиску пари.
- Гідроциклонний апарат (Вірпул): Призначений для відділення гарячого осаду (трубу) під дією центробежних сил [50].

3.4.2 Обладнання бродильно-лагерного відділення

Основним апаратом для бродіння та дозрівання пива на підприємстві є ЦКТ (циліндро-конічний танк).

- Конструкція: Вертикальний сталевий резервуар з конічним дном (кут конуса зазвичай 60° – 70°).
- Охолодження: Кожен ЦКТ оснащений 3–4 незалежними сорочками охолодження (на конусі та по висоті циліндра), що дозволяє точно контролювати температурний профіль бродіння та лагеризації.
- Ізоляція: Танки покриті шаром пінополіуретану (100–150 мм) та зовнішньою обшивкою з нержавіючої сталі, що дозволяє встановлювати їх на відкритому повітрі («outdoor setup») [4, 50].

3.4.3 Обладнання ділянки фільтрації та стабілізації

Для досягнення кришталевої прозорості та стабільності пива використовуються:

1. Свічковий кізельгуровий фільтр: Забезпечує високу площу фільтрації та тривалу роботу без зупинок.

2. Буферні танки (Форфаси): Горизонтальні або вертикальні ємності, де відфільтроване пиво зберігається перед розливом.

3. Установка карбонізації та HGB: Потіковий міксер, який точно дозує деаеровану воду та CO₂ у потік пива.

Таблиця 4

Специфікація основного обладнання

Найменування обладнання	Тип / Марка	Кількість, шт	Основна характеристика
Заторний апарат	Ziemann	1	Робочий об'єм: 600 гл
Фільтр-чан	Lauter Tun	1	Діаметр: 8,5 м
Сушловарильний апарат	Internal Boiler	1	Поверхня нагріву: 45 м ²
ЦКТ	Outdoor type	24	Об'єм: 4800 гл
Сепаратор	Alfa Laval	1	Продуктивність: 450 гл/год

Технічне обґрунтування: Вибране обладнання інтегроване в єдину систему керування Symphony/Braumat, що мінімізує вплив людського фактора та забезпечує відповідність стандартам якості AB InBev Efes.

3.5. Технохімічний та мікробіологічний контроль

Цей розділ є фундаментальним для забезпечення стабільної якості продукції на Чернігівському відділенні ПрАТ «AB InBev Efes Україна». На підприємстві впроваджено систему контролю за стандартами VPO (Voyager Plant Optimization), що гарантує відповідність кожної партії пива міжнародним вимогам.

Метою контролю є запобігання відхиленням від технологічних параметрів, забезпечення біологічної стійкості пива та стабільності його органолептичних властивостей.

3.5.1. Технохімічний контроль виробництва

Технохімічний контроль охоплює перевірку фізико-хімічних показників на всіх стадіях – від вхідної сировини до готового продукту.

- Контроль сировини: Перевірка солоду на вологість, екстрактивність, вміст білка та ступінь розчинення (число Кольбаха).
- Контроль варіння сусла: Вимірювання густини (Рлато) гарячого сусла, контроль рН затору, повноти оцукрювання (йодна проба) та вмісту гірких речовин.
- Контроль бродіння: Щоденне вимірювання температури, тиску та видимого екстракту в ЦКТ. Особлива увага приділяється тесту на діацетил перед охолодженням.
- Контроль готового пива: Визначення вмісту алкоголю, початкової густини, кольоровості (ЕВС), каламутності та вмісту CO₂.

3.5.2 Мікробіологічний контроль

Мікробіологічний контроль спрямований на виявлення сторонніх мікроорганізмів, які можуть зіпсувати смак або викликати помутніння пива.

- Контроль чистої культури дріжджів (ЧКД): Перевірка життєздатності клітин (фарбування метиленовим синім) та відсутності інфікування дикими дріжджами.
- Санітарно-гігієнічний контроль (CIP-мийка): Мікробіологічні змиви з внутрішніх поверхонь ЦКТ, трубопроводів та розливних головок після санітарної обробки.

- Контроль повітря CO₂Перевірка стерильності стисненого повітря та вуглекислоти, що контактують із продуктом.
- Стійкість продукту: Термостатна витримка зразків готового пива для перевірки його мікробіологічної стабільності протягом терміну придатності.

3.5.3 Схема точок контролю (НАССР)

Система аналізу ризиків та критичних точок контролю на підприємстві включає основні технологічні процеси (табл. 5).

Таблиця 5

Схема точок контролю (НАССР)

Точка контролю	Параметр контролю	Метод контролю	Частота
Очищення солоду	Відсутність металоDOMішок	Магнітні сепаратори	Постійно
Варіння сусла	Стерилізація (температура)	Датчик температури	Кожна варка
Фільтрація	Вміст кисню (O ₂)	Оксиметр	В потоці
Пастеризація	Одиниці пастеризації (PU)	Реєстратор температури	Постійно
Розлив	Герметичність тари	Інспектор рівня та укупорки	Кожна пляшка

3.5.4 Органолептичний контроль

На заводі щоденно працює дегустаційна комісія. Пиво оцінюється за наступними критеріями:

- Чистота аромату (відсутність сторонніх запахів).
- Смак (відповідність профілю бренду, баланс гіркоти).
- Піноутворення (висота та стійкість піни).

Впроваджена на Чернігівському відділенні система контролю забезпечує «нульову толерантність» до дефектів якості, що є ключовим фактором довіри споживачів до брендів AB InBev Efes.

3.6. Економічна частина

Економічні розрахунки є критично важливим інструментом у пивоварінні, що виступає фінансовим компасом для підприємства. У контексті стратегічного планування вони дають змогу не лише розробляти життєздатні бізнес-моделі, а й завчасно прогнозувати майбутні доходи та прибутки, мінімізуючи фінансові ризики. Завдяки детальному аналізу витрат на сировину, енергоносії та оплату праці, керівництво отримує можливість ефективно керувати ресурсами та оптимізувати виробничі цикли. Окрім того, економічний аналіз є базою для формування справедливої ціни, яка покриває всі видатки та враховує конкурентне середовище. Нарешті, наявність точних розрахунків є ключовим фактором при залученні інвесторів, оскільки прозорі показники фінансової продуктивності та термінів окупності підтверджують надійність і потенціал зростання проєкту.

Таблиця 6 представляє комплексний набір вхідних даних, що формують базу для подальшого економічного аналізу запропонованої технології. Згідно з наведеними цифрами, річний план випуску продукції становить 79 200 декалітрів. Виробничий процес організовано у змінах тривалістю 8 годин, причому загальна кількість робочих змін на рік сягає 264. Трудовий ресурс підприємства розподілений рівномірно між трьома основними та трьома допоміжними працівниками. Вартісна оцінка основних засобів демонструє значні капітальні вкладення, де лише обладнання технологічної лінії оцінюється у понад 1,2 мільярда гривень.

Таблиця 6

**Вихідні дані для розрахунку економічних показників запропонованої
технології виробництва пива**

Показник	Один. вим.	Значення
Річна програма виробництва готової продукції	дал.	79200
Тривалість робочої зміни	год.	8
Річна кількість робочих змін	змін	264
Кількість основних працівників, що задіяні на	чол.	3
Кількість допоміжних працівників, що задіяні на	чол.	3
Загальна балансова вартість обладнання	тис. грн	1268000
Середня балансова вартість 1 м ² будівлі цеху	грн	3500
Річна норма амортизації обладнання цеху	%	15
Річна норма амортизації будівлі	%	5
Річна норма відрахувань на поточний ремонт	%	16,5
Середньомісячна заробітна плата основного	грн	10000
Годинна тарифна ставка допоміжного	грн./год.	36,1
Відсоток нарахувань за заробітну плату всіх	%	22,0
Вартість 1 кВт	грн	3,0
Вартість 1 тони сировини, за видами:	грн	10055398,32
Вартість одиниці тари та пакувального матеріалу,	грн	1,5
Вартість одиниці тари та пакувального матеріалу,	грн.	6
Відсоток накладних витрат	%	32

Також визначено нормативи амортизації (15% для техніки та 5% для споруд) і витрати на ремонтні роботи на рівні 16,5%. Соціально-економічні параметри включають заробітну плату персоналу, вартість енергоносіїв та ціну сировини, яка є основною складовою майбутніх витрат.

У таблиці 7 наведено деталізований розрахунок сукупних операційних витрат, які в сумі становлять понад 11 мільйонів гривень. Домінуючу позицію в цій структурі займають витрати на сировину, що фактично складають переважну більшість від загального бюджету виробництва. Наступним вагомим блоком є оплата праці основного та допоміжного персоналу разом із обов'язковими податковими нарахуваннями. Амортизаційні відрахування та кошти на поточний ремонт обладнання відображають вартість утримання технічної бази. Витрати на енергоносії та пакування, попри свою меншу частку, також інтегровані у загальний кошторис, формуючи повну картину фінансового забезпечення технологічного процесу.

Таблиця 7

Розрахунок загальної суми виробничих витрат, грн

Стаття витрат	Значення
Витрати на сировину	10055398,32
Амортизаційні відрахування	245675
Відрахування на поточний ремонт	40536,38
Витрати на оплату праці основних та допоміжних робітників з нарахуваннями	588729,6
Витрати на тару і пакувальний матеріал	7436
Вартість електроносіїв	105000
Всього витрат	11042775,3

Таблиця 8 підбиває підсумки впровадження запропонованої технології через призму ключових показників ефективності. На основі розрахованих сукупних витрат та загального обсягу готової продукції, що становить 729 000 літрів, було визначено фінальний показник собівартості. Розрахунок показує, що виготовлення однієї одиниці продукції коштує підприємству 13,94 гривні. Цей інтегрований показник є визначальним для оцінки рентабельності проекту, оскільки він дозволяє порівняти внутрішні витрати з ринковими цінами та

визначити потенційний прибуток на кожен літр виробленого пива.

Таблиця 8

**Економічні показники ефективності запропонованої технології
виробництва пива**

Показник	Вид продукції
Обсяг готової продукції, л.	729000
Витрати на виробництво, грн.	11042775,3
Собівартість одиниці продукції, грн./од	13,94

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація управління охороною праці на підприємстві

Система управління охороною праці (СУОП) у Чернігівському відділенні ПрАТ «AB InBev Efes Україна» побудована на основі міжнародного стандарту ISO 45001 та внутрішньої корпоративної програми VPO (Voyager Plant Optimization). Головною метою СУОП є досягнення нульового рівня травматизму (ціль «Zero Injuries»).

На підприємстві створено службу охорони праці, яка підпорядковується безпосередньо директору. Основними функціями служби є:

- Проведення вступних, первинних та повторних інструктажів.
- Контроль за дотриманням працівниками технологічної дисципліни.
- Ідентифікація небезпек та оцінка ризиків на кожному робочому місці.
- Організація медичних оглядів для персоналу, зайнятого на роботах із шкідливими умовами праці [13, 16, 23, 24, 43].

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Виробництво пива пов'язане з низкою факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників:

1. Фізичні фактори:
 - Шум та вібрація: Джерелом є лінії розливу, компресори та сепаратори.
 - Мікроклімат: Підвищена вологість у варочному цеху та низькі температури в підвалах бродіння.
 - Рухомі частини механізмів: Конвеєрні стрічки, автоматичні палетайзери.
2. Хімічні фактори:
 - Використання аміаку в системі охолодження.

- Застосування агресивних мийних засобів (лугів та кислот) для СІР-мийки обладнання.
- Виділення вуглекислого газу (CO₂) під час бродіння, що при високих концентраціях може призвести до задухи [17, 18, 30,32].

Технічні заходи забезпечення безпеки виробничих процесів

Для мінімізації ризиків травмування у Чернігівському відділенні впроваджено комплекс технічних рішень:

- Система LOTO (Lockout/Tagout): Обов'язкове блокування джерел енергії (електричної, пневматичної, теплової) за допомогою спеціальних замків під час ремонту або чищення обладнання. Це унеможливорює випадковий запуск машини, коли всередині знаходиться людина.
- Захисні огороження: Всі лінії розливу захищені прозорими екранами з кінцевими вимикачами: при відкритті дверцят лінія миттєво зупиняється.
- Автоматизація: Максимальне виключення ручної праці при транспортуванні важких вантажів (кег, ящиків) за допомогою роботів-маніпуляторів [19, 33, 35, 38].

Забезпечення персоналу засобами індивідуального захисту (ЗІЗ)

Відповідно до норм видачі ЗІЗ та специфіки пивоварного виробництва, персонал Чернігівського відділення забезпечується:

- Спецодягом та спецвзуттям: Взуття з металевим підноском (захист від падіння важких предметів) та антиковзаючою підошвою.
- Засобами захисту органів слуху: Протишумові навушники або беруші для роботи в цеху розливу.
- Засобами захисту органів зору та дихання: Окуляри та респіратори при роботі з хімікатами або на ділянках підробітку солоду (де є пил).

- Датчиками газового аналізу: Персонал, що заходить у закриті приміщення (танки, підвали), забезпечується портативними газоаналізаторами на вміст CO₂ та NH₃ [35, 39, 46].

Гігієна праці та виробнича санітарія

Гігієна праці на підприємстві спрямована на запобігання професійним захворюванням. На броварні облаштовані сучасні побутові приміщення, душові, кімнати відпочинку та їдальня. Оскільки виробництво належить до харчової галузі, особлива увага приділяється санітарному стану рук та одягу:

- Встановлені автоматичні станції гігієни (санпропускники) при вході у виробничі зони.
- Регулярно проводиться атестація робочих місць за умовами праці для перевірки відповідності рівнів освітленості, шуму та концентрації речовин у повітрі робочої зони встановленим ГДК (гранично допустимим концентраціям).

Охорона праці в Чернігівському відділенні ПрАТ «AB InBev Efes Україна» інтегрована безпосередньо у виробничий процес. Використання системи LOTO, сучасних ЗІЗ та автоматизації дозволяє ефективно керувати ризиками. Пріоритетним напрямком розвитку залишається цифровізація звітів про небезпечні умови (Safety Tags) та постійний аудит безпеки з боку лінійного менеджменту [44, 45, 48,].

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Характеристика підприємства як об'єкта підвищеної небезпеки

Чернігівське відділення ПрАТ «AB InBev Efes Україна» за класифікацією Кодексу цивільного захисту України належить до об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН). Основним чинником, що визначає цей статус, є функціонування аміачно-холодильної установки (АХУ). Аміак (NH_3) використовується як холодоагент для забезпечення технологічних процесів бродіння та охолодження готової продукції. Одночасне перебування значної кількості цієї токсичної речовини в замкненому контурі створює ризик хімічного зараження у разі розгерметизації системи.

Крім хімічного фактора, підприємство характеризується високим рівнем вибухопожежної небезпеки. Це зумовлено роботою зернового елеватора та відділення підробітку солоду, де накопичується **органічний пил**, здатний утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні суміші. Також на балансі відділення перебуває котельня, що працює на природному газі, та балони з вуглекислим газом (CO_2), які знаходяться під високим тиском, що вимагає суворого дотримання регламентів техніки безпеки [24].

Оцінка ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру

Пріоритетним ризиком техногенного характеру для Чернігівського відділення є аварія з витоком рідкого аміаку. Оцінка масштабів можливої НС проводиться шляхом розрахунку **зони можливого хімічного зараження (ЗМХЗ)**. У разі руйнування резервуарів аміак переходить у газоподібний стан, утворюючи первинну та вторинну хмару токсичної пари. Глибина розповсюдження такої хмари залежить від метеорологічних умов: швидкості вітру та вертикальної стійкості повітря (інверсія сприяє накопиченню отрути біля землі, тоді як конвекція розсіює її).

Другим за значущістю ризиком є виникнення пожеж у складських приміщеннях з готовою продукцією та пакувальними матеріалами. Велика кількість пластикової тари, картонної упаковки та дерев'яних піддонів створює високе пожежне навантаження. Оцінка ризиків також включає можливість виходу з ладу енергосистем, що в умовах безперервного циклу виробництва може призвести до аварійної зупинки обладнання та неконтрольованого зростання тиску в технологічних лініях [18, 25].

Організація системи цивільного захисту на підприємстві

Система цивільного захисту (ЦЗ) на підприємстві побудована за територіально-виробничим принципом. Очолює структуру директор відділення, який є Начальником ЦЗ. Для оперативного управління заходами створено Штаб ЦЗ, до функцій якого входить розробка «Плану реагування на надзвичайні ситуації» та координація дій аварійних ланок.

Особлива увага приділяється **системі оповіщення**. На території броварні встановлено локальну систему, що включає електросирени (сигнал «Увага всім!») та мережу гучномовців для передачі мовних повідомлень. У разі виникнення загрози диспетчерська служба підприємства зобов'язана негайно сповістити персонал та органи місцевого самоврядування (ДСНС у Чернігівській області), оскільки хмара зараження може вийти за межі санітарно-захисної зони підприємства та загрожувати прилеглим житловим масивам [26].

Заходи щодо захисту персоналу в умовах НС та воєнного стану

Враховуючи географічне розташування Чернігова, захист персоналу в умовах воєнного стану став пріоритетним напрямком. Інженерний захист реалізується через використання спеціалізованих захисних споруд (сховищ), які забезпечують захист від ударної хвилі, уламків та дії токсичних речовин. На підприємстві визначено чіткі маршрути евакуації до найближчих укриттів при оголошенні сигналу «Повітряна тривога».

Медичний та радіаційно-хімічний захист передбачає:

1. Забезпечення ЗІЗ: Кожен працівник аміачного цеху забезпечений промисловим протигазом з коробкою типу «КД», що фільтрує аміак та сірководень.

2. Навчання: Регулярні тренінги з тактичної медицини та алгоритмів дій при хімічній атаці або аварії.

3. Санітарна обробка: Наявність засобів для дегазації одягу та шкірних покривів у разі потрапляння у зону ураження [44].

Протипожежна безпека та ліквідація наслідків НС

Протипожежний захист Чернігівського відділення базується на поєднанні автоматичних систем та підготовлених людських ресурсів. Виробничі цехи обладнані датчиками диму та температури, а також автоматичними дренчерними та спрінклерними системами пожежогасіння. Для локалізації витоків аміаку передбачено встановлення **стаціонарних водяних завіс**, які абсорбують газ, перетворюючи його на аміачну воду, що значно знижує концентрацію токсинів у повітрі.

Ліквідація наслідків НС покладається на об'єктові формування ЦЗ: ланки пожежогасіння, ланки зв'язку та медичні пости. У разі великої катастрофи передбачено взаємодію з підрозділами ДСНС. Важливим елементом є наявність резервних джерел живлення (дизель-генераторів), що дозволяють підтримувати роботу систем безпеки та насосного обладнання навіть за умов повного блекауту.

Аналіз стану безпеки Чернігівського відділення ПрАТ «AB InBev Efes Україна» свідчить про високу технологічну готовність підприємства до ймовірних викликів. Проте, з огляду на використання аміаку та ризики воєнного часу, рекомендовано продовжувати модернізацію системи автоматичного контролю за концентрацією хімічно небезпечних речовин та посилювати заходи з автономного енергозабезпечення об'єктів цивільного захисту [24, 45].

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Екологічна політика та система екологічного менеджменту на підприємстві

Чернігівське відділення ПрАТ «AB InBev Efes Україна» у своїй діяльності керується принципами сталого розвитку та глобальними цілями корпорації «100+ Sustainability Goals». Екологічна стратегія підприємства базується на впровадженні інтегрованої системи менеджменту, що відповідає міжнародному стандарту ISO 14001.

Основним завданням екологічної політики відділення є мінімізація антропогенного впливу на екосистему Деснянського регіону. Це досягається через суворий моніторинг використання природних ресурсів, модернізацію обладнання для зменшення викидів та безперервне навчання персоналу. Підприємство щорічно проходить екологічні аудити, що підтверджують відповідність виробничих процесів як українському законодавству, так і жорстким внутрішнім корпоративним стандартам Voyager Plant Optimization (VPO) [38].

Охорона атмосферного повітря та заходи з декарбонізації

Основними джерелами впливу на атмосферне повітря в умовах Чернігівської броварні є котельня (викиди продуктів згоряння природного газу – оксидів азоту та вуглецю), зерновий елеватор (пил рослинного походження) та холодильно-компресорний цех.

Для захисту атмосферного повітря підприємство впроваджує наступні заходи:

- Рекуперація CO₂: Під час бродіння сусла виділяється велика кількість вуглекислого газу. На заводі встановлена установка збору та очищення \$CO_2\$, що дозволяє повторно використовувати власний газ для карбонізації пива та продувки ємностей. Це значно знижує прямі викиди парникових газів у атмосферу.

- Очищення викидів: Всі вузли перевалки солоду та ячменю обладнані сучасними аспіраційними системами (циклонами та рукавними фільтрами), що забезпечують ефективність очищення повітря від пилу до 98-99%.
- Енергоефективність: Використання економайзерів на котлах дозволяє знизити споживання газу, що прямо пропорційно зменшує обсяг викидів продуктів згоряння [43].

Рациональне використання водних ресурсів та очищення стічних вод

Пивоваріння – це водомісткий процес. Чернігівське відділення приділяє особливу увагу показнику Specific Water Consumption (питоме споживання води) – кількості літрів води, витраченої на виробництво 1 літра пива. Завдяки впровадженню замкнутих систем оборотного водопостачання для охолодження обладнання, броварні вдалося досягти одного з найнижчих показників у галузі.

Ключовим об'єктом екологічної інфраструктури є власні локальні очисні споруди (ЛОС). Процес очищення стічних вод є багатоступеневим:

1. Механічне очищення: Видалення великих часток та зважених речовин.
2. Анаеробна стадія: У спеціальних реакторах бактерії розщеплюють органічні сполуки без доступу кисню, утворюючи біогаз.
3. Аеробна стадія: Доочищення стічних вод за допомогою активного мулу.

Вироблений у процесі очищення **біогаз** використовується в котельні підприємства як альтернативне паливо, що дозволяє замінювати частину природного газу та зменшувати екологічне навантаження.

Підприємство реалізує концепцію «Zero Waste to Landfill» (нуль відходів на сміттєзвалище). Понад 98% усіх відходів виробництва передаються на переробку або вторинне використання.

- Пивна дробина: Найбільший за обсягом побічний продукт. Вона є цінним високобілковим кормом для тваринництва і в повному обсязі реалізується фермерським господарствам Чернігівщини.
- Дріжджі: Надлишкові дріжджі після бродіння збираються та передаються на виробництво харчових добавок або кормів.

- Упаковка: Скляний бій, картон, ПЕТ-преформи та алюмінієві банки підлягають обов'язковому сортуванню та відправці на рециклінг.

Система роздільного збору відходів впроваджена на кожній робочій ділянці, що мінімізує змішування сміття та підвищує якість вторинної сировини [39].

Енергозбереження та зменшення екологічного сліду

Зменшення споживання енергії є невід'ємною частиною охорони довкілля. На Чернігівському відділенні впроваджено систему теплової рекуперації у варочному цеху: тепло від випаровування суслу використовується для підігріву води на наступні цикли варіння. Це суттєво знижує потребу в тепловій енергії.

Також підприємство поступово переходить на використання «зеленої» електроенергії та модернізує систему освітлення (перехід на LED з датчиками руху). Оптимізація логістичних маршрутів та перехід частини навантажувачів на електричну тягу дозволяє знизити викиди від внутрішньозаводського транспорту.

Екологічна діяльність Чернігівського відділення ПрАТ «AB InBev Efes Україна» демонструє комплексний підхід до охорони довкілля. Завдяки функціонуванню власних очисних споруд з генерацією біогазу, високому рівню рециклінгу відходів та впровадженню технологій рекуперації SCO_2 , підприємство мінімізує свій вплив на навколишнє середовище. Подальший розвиток екологічної безпеки вбачається у повному переході на відновлювані джерела енергії та подальшому скороченні питомих витрат води на одиницю готової продукції [33].

ВИСНОВКИ

1. Дослідження стану ринку пива в Україні показало тенденцію до поступового відновлення галузі (зростання на 4,8% у 2024 р.) та збільшення попиту на продукцію в алюмінієвій банці та безалкогольний сегмент.

2. Встановлено, що Чернігівське відділення ПрАТ «AB InBev Efes Україна» є одним із найпотужніших та найсучасніших підприємств галузі в Україні. Броварня інтегрована у міжнародну систему стандартів (VPO – Voyager Plant Optimization), що забезпечує стабільно високу якість продукції та ефективність процесів.

3. Досліджено фізико-хімічні показники основної сировини. Встановлено, що підприємство використовує високоякісний світлий ячмінний солод (екстрактивність 81–82,5%) та спеціалізовану технологічну воду, параметри якої коригуються залежно від сорту пива, що відповідає вимогам ДСТУ 4282 та внутрішнім специфікаціям компанії.

4. Науково підтверджено ефективність багатопauзного методу затирання (мальтозна, оцукрювання), що дозволяє досягти максимального гідролізу крохмалю та білків, забезпечуючи високий вихід екстракту та оптимальний склад сусла для подальшої ферментації.

5. Проаналізовано застосування технології High Gravity Brewing (HGB), яка дозволяє варити пиво з підвищеною концентрацією сухих речовин (16–18%) з подальшим розведенням деаерованою водою. Це забезпечує збільшення обсягів виробництва без розширення варильного цеху та знижує питомі енерговитрати.

6. Доведено переваги використання циліндро-конічних танків (ЦКТ), які дозволяють автоматизувати процеси головного бродіння та дозрівання в одному апараті, мінімізувати контакт продукту з киснем та забезпечити ефективне видалення дріжджів.

7. Встановлено, що на підприємстві функціонує багаторівнева система контролю, що базується на принципах HACCP та ISO 22000. Використання автоматичних аналізаторів (Beer Analyzer) дозволяє оперативно контролювати вміст алкоголю, дійсного екстракту та CO₂ у режимі реального часу.

8. Підприємство демонструє високий рівень екологічності: переробляється понад 99% відходів виробництва (дробина, дріжджовий осад), а

сучасні очисні споруди дозволяють повторно використовувати воду для технічних потреб.

9. На основі проведених розрахунків матеріального та теплового балансів підтверджено технічну та економічну доцільність обраної апаратурно-технологічної схеми виробництва потужністю 1000 дал за зміну.

ПРОПОЗИЦІЇ

Для подальшого удосконалення технологічного процесу та підвищення конкурентоспроможності Чернігівського відділення ПрАТ «AB InBev Efest УКРАЇНА» пропонуємо:

1. Впровадити в систему миття (CIP) додаткові датчики каламутності та провідності останнього покоління. Це дозволить автоматично визначати момент чистоти води при промиванні, що скоротить споживання технологічної води та мийних засобів на 5-8%.

2. Провести модернізацію холодильних установок із встановленням частотних перетворювачів на двигуни компресорів. Це дозволить гнучко регулювати потужність охолодження ЦКТ залежно від стадії бродіння, зменшуючи витрати електроенергії в періоди низьких навантажень.

3. Враховуючи ринковий тренд на преміумізацію, розробити та впровадити в лінійку бренду «Чернігівське» лімітовану серію сортів за технологією сухого охмелення (Dry Hopping). Це дозволить залучити нову аудиторію споживачів крафтового пива без значних капіталовкладень у нове обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wainwright T. Non-biological hazes and pricipitate in beer. *Brewers Digest*, 1974, 5, 38-48; Ангер, 1996.
2. ASBC Methods of Analysis. American Society of Brewing Chemists. – St. Paul, MN, USA. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.asbcnet.org/>
3. Bamforth C. W. *Brewing: New Technologies*. – Woodhead Publishing Limited, 2006. – 494 p.
4. Briggs D. E. *Brewing: Science and Practice* / D. E. Briggs, C. A. Boulton, P. A. Brookes, R. Stevens. – CRC Press, 2004. – 881 p.
5. EBC Analytica. European Brewery Convention. Analytica-EBC. [Electronic resource]. – Access mode: <https://brewup.eu/ebc-analytica>
6. Global Technical Standards (GTS). *Brewing Process Guidelines for Stella Artois, Chernigivske and Bud.* – AB InBev Internal Technical Documentation, 2023.
7. HACCP Plan for Chernihiv Brewery. Внутрішня документація системи аналізу ризиків та критичних точок контролю. – Чернігів, 2023.
8. Manuhara G. J., Praseptianga D., Riyanto R. A. Extraction and characterization of refined k-carrageenan of red algae [*Kappaphycus Alvarezii* (Doty ex p.c. Silva, 1996)] originated from karimunjawa islands. *Aquatic Procedia*. 2016 Aug; 7:106-111. doi: 10.1016/j.aqpro.2016.07.014 № 1 (317). С. 26–27.
9. VPO (Voyager Plant Optimization) Manual. Integrated Management System: Quality, Safety, and Environment Pillars. – AB InBev Global Headquarters, 2022.
10. Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробці продукції рослинництва [Текст] : Навч. посібник. / Д. А. Бутко, В. Л. Луценков, Ю. П. Рогач, В. В. Петров. - Сімферополь: Бізнес-Інформ, 2002. – 344 с.
11. Берегова, І. Пектини і карагінани як важливі й корисні продукти нового покоління / І. Берегова // *Харчова і переробна промисловість*. 2006.

12. Богомолова В. Дослідження властивостей карагенанів для застосування при виробництві рибних продуктів [Електронний ресурс] / В. Богомолова // Товари і ринки. – 2008. – № 1. – С. 96–101. – Режим доступу : <http://tr.knute.edu.ua/files/2008/05/17.pdf> (дата звернення: 09.08.2021). – Назва з екрана.

13. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підруч. для студ. вищ. навч. закладів. За ред. М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2004. – 408 с.

14. Главачек Д., Лохотский А. Пивоваріння / Пер. с чешского. Харчова промисловість.

15. Гринченко О. О. Вивчення функціонально-технологічних властивостей систем на основі карагінанів / О. О. Гринченко, В. А. Большакова, С. Л. Юрченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2008. Вип. 2 (8). С. 10–18.

16. ДБН Б.2.4-1-94 Планування і забудова промислових підприємств. [Чинний від 1995-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 1994. (Державні будівельні норми України).

17. ДБН В.1.2-7:2008 «Захист будівель і споруд від прогресуючого руйнування». [Чинний від 2008-05-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. (Державні будівельні норми України).

18. ДБН В.1.2-7:2008 «Захист будівель і споруд від прогресуючого руйнування». [Чинний від 2008-05-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. (Державні будівельні норми України).

19. ДБН В.2.5-56:2014 "Інженерне обладнання будівель і споруд. Пожежний захист". [Чинний від 2015-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. (Державні будівельні норми України).

20. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива: Підручник. – К.: ІНКІОС, 2011. – 480 с.

21. Домарецький, В.А., Прибильський В.Д., Михайлов М.Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини: підруч. Вінниця:

«Нова книга», 2005. 408 с.

22. Дороніна А. С., Лиходумова М. А., Прохасько Л. З. Вплив карагенану на каламутність пива. УДК: 663. Стр: 163-165

23. ДСП-173 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. [Чинний від 1996-07-19]. Вид. офіц. Київ: МОЗ України, 1996. (Державні санітарні правила України).

24. ДСТУ 3675-98 Система пожежного захисту. Вогнегасники ручні. Загальні технічні вимоги. [На заміну ДСТУ 3675-93]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1998. (Національний стандарт України).

25. ДСТУ 3888:2015. Пиво загальні технічні умови [Чинний від 30.11.2016] Вид. офіц. Київ: ДП «Укр. НДНЦ» 2015. 2-10 с. (Національний стандарт України).

26. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2015. – 24 с.

27. ДСТУ 4887:2007. Пиво. Методи визначення спирту, дійсного екстракту та розрахунок сухих речовин у початковому суслі. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 18 с.

28. ДСТУ 7103:2020. Методи визначення органолептичних показників, об'єму продукції та герметичності закупорювання [Чиний від 15.12.2020] Вид. офіц. Київ: ДП «Укр. НДНЦ» 2020. (Національний стандарт України).

29. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж. [На заміну ДСТУ EN 2:2007]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2014. (Національний стандарт України).

30. ДСТУ EN 3-7:2016 Вогнегасники переносні. [На заміну ДСТУ EN 3-7:2006]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. (Національний стандарт України).

31. ДСТУ EN 54:2014 Системи пожежної сигналізації та оповіщення. [На заміну ДСТУ EN 54-1:2008]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2014. (Національний стандарт України).

32. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019.

33. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. [Чинний від 2019-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. (Національний стандарт України).

34. Єрмак І.М., Хотимченко Ю.С. Фізико-хімічні властивості, застосування та біологічна активність карагенану - полісахариду червоних водоростей// Біологія моря. 1997. Т.23 № 3. С. 129-142.

35. Закон України "Про пожежну безпеку". Законодавство України про охорону праці, Т.3. - Київ, 2006 – 320 с.

36. Закон України «Про державне регулювання виробництва і обігу спирту етилового, коньячного і плодового, алкогольних напоїв, тютюнових виробів, рідин, що використовуються в електронних сигаретах, та пального» № 481/95-ВР (зі змінами та доповненнями).

37. Звіт зі сталого розвитку АВ InBev Efes. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://abinbevefes.com.ua/stalyj-rozvytok/>

38. Курепін В. М., Курепін Д. В., Іваненко В. С. Цивільний захист : навч. посіб. для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти. Миколаїв : МНАУ, 2025. 491 с.

39. Курепін В. М., Марченко Д. Д., Курепін Д. В. Охорона праці в галузі : навч. посіб. Миколаїв : МНАУ, 2023. 586 с.

40. Куц А.М., Кошова В.М. Технологія бродильних виробництв: Конспект лекцій з дисц. «Загальні технології харчової промисловості» для студ. ден. та заоч. форм навчання напряму підготовки 6.051701 “ Харчові технології та інженерія ”. К.: НУХТ, 2011. 157 с.

41. Мелетьев А.Е. Технологія пивоварного і безалкогольного виробництва Практикум, К. : «Вища школа». 1986. 188с.

42. Мелетьев П. Є. Технологія солоду та пива: Підручник / П. Є. Мелетьев, С. Р. Тодосійчук, В. М. Кошова. – К.: Нова Книга, 2007. – 424 с.

43. НАПБ А.01.001-2014 "Правила пожежної безпеки в Україні". [Чинний від 2014-12-29]. Вид. офіц. Київ: Міністерство надзвичайних ситуацій України, 2014. (Національні правила пожежної безпеки).

44. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц. Київ: Міністерство надзвичайних ситуацій України, 2014. (Національні правила пожежної безпеки).

45. Нормативні документи з питань цивільного захисту населення. веб-сайт. URL: https://www.adm-km.gov.ua/?page_id=67504 (дата звернення 11.09.2024).

46. НПАОП 15.9-1.11-97. Правила охорони праці для працівників пивобезалкогольної галузі. – К.: Основа, 1997. – 64 с.

47. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://minagro.gov.ua/>

48. Охорона праці в галузі та цивільний захист : навч. посіб. / В. М. Курепін, К. М. Горбунова, В. М. Курепін [та ін.]. Миколаїв : МНАУ, 2020. 266 с.

49. Романова З.М. Стійкість пива: формування якості пива в процесі виробництва. Огляд способів підвищення стійкості пива. Beer. Technologies&Innovations. 2020. №2.

50. Соколовський А. Т. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 254 с.

51. Стабілізація напоїв / В.А. Домарецький, М.В. Білько, А.М. Куц, Н.Я. Гречко, І.М. Бабич // Харчова і переробна промисловість. 2007. № 5. С. 26- 27.

52. Технологія пива: навч. Посібник для студ. усіх форм навч. н апряму «Харчова технологія та інженерія»/ Л. А. Данилова, П. О. Некрасов; Національний технічний ун-т «Харківський політехнічний ін-т». Х.:НТУ«ХПІ», 2006. 224с.: рис.,табл. Бібліогр.: с.197.

53. Челябієва В.М. Технології полісахаридів та їх застосування в харчовій промисловості. Конспект лекцій для студентів спеціальності 181 – Харчові технології / Укл.: В.М. Челябієва, О.І.Сиза, О.М. Савченко – Чернігів: ЧНТУ, 2018. – 123 с.

54. Шипелин В.А., Шумакова А.А., Мусаєва А.Д., Трушина Э.Н., Мустафина О.К., Маркова Ю.М., Бикова И.Б., Масютин А.Г., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., “Токсиколого-гігієнічний характеристика бентонітових

наноглин , застосовуваний в харчова промисловість ” Том 89, № 3, 2020.