

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Факультет харчових та хімічних технологій
(повна назва факультету)

Кафедра технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

БАКАЛАВР
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

**«Розробка рецептури та дослідження якості світлого пива з натуральними
смаковими добавками»**

Виконала: студентка 4 курсу, групи 4-ТЕ-7
напряму підготовки (спеціальності)

G13 «Харчові технології»

(шифр і назва напряму підготовки (професійна спрямованість), спеціальності)

ДИКА Олександра Сергіївна

(прізвище та ініціали)

Керівник ФІЛІНСЬКА Антоніна Олександрівна

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Дніпро - 2026року

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет, відділення Харчових та хімічних технологій

Кафедра Технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції

Освітньо-кваліфікаційний рівень Бакалавр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 181 (G13) Харчові технології

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТПЖ та ХП

(підпис)

(прізвище та ініціали)

20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

ДИКА Олександра Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка рецептури та дослідження якості світлого пива з натуральними смаковими добавками

керівник проекту (роботи) ФІЛІНСЬКА Антоніна Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 20__ року №__

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Експериментальні дані, дані літературного аналізу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

1. Аналітична частина

2. Лабораторна частина

3. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4. Організаційно економічна частина

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

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка

Студент

(підпис)

ДИКА О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

ФІЛІНСЬКА А.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Сторінок - 120, таблиць - 21, рисунків - 28, бібліографічних посилань - 80.

Дипломний проєкт присвячено розробці рецептури та дослідженню якості світлого пива типу Лагер із вишневим смаком, що виготовляється з використанням натуральної добавки - вишневого нектару ТМ "Sandora".

Основною метою роботи є створення технології виробництва легкого фруктового пива з високими органолептичними характеристиками та оптимізація концентрації вишневого нектару.

Об'єктом дослідження виступає світле пиво Lager, а предметом - вплив різної концентрації вишневого нектару (10%, 20%, 30%, 40%) на якість готового продукту.

У рамках роботи було проведено аналіз літературних джерел щодо технології пивоваріння, складу сировини та використання нестандартних добавок. Виконано експериментальні дослідження, що охоплюють органолептичні, фізико-хімічні й мікробіологічні показники зразків пива. Визначено оптимальну концентрацію вишневого нектару - 20%, яка забезпечує ідеальний баланс між насиченим вишневим ароматом, приємною кислинкою, інтенсивним рожево-червоним кольором та збереженням класичного лагерного профілю. З'ясовано, що розроблене пиво відповідає вимогам ДСТУ 3888:2015 за основними показниками: вміст алкоголю - 4,48% об., початковий екстракт сусла - 12,73 °Р, рН - 4,02, IBU - 20. Напій має стабільну піну та відсутність патогенної мікрофлори. Крім цього, проведено оцінку охорони праці, екологічної безпеки та економічної ефективності проєкту. Рентабельність продукту становить близько 58%, а термін окупності інвестицій - 4,25 роки.

Ключові слова: світле пиво, лагер, вишневий нектар, фруктове пиво, рецептура, якість пива.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ		
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ		
Розроб.		Дика О.С.					
Перевір.		Філінська А.О.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Черваков			УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП		
					Літ.	Арк.	Аркушіів
						4	120

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	11
1.1. Загальна характеристика і асортимент пива.....	11
1.1.1 Хімічний склад і якість пива.....	12
1.1.2 Колоїдний склад пива.....	14
1.1.3 Органолептика: смак, колір, піна.....	15
1.1.4 Асортимент пива.....	15
1.2. Основна сировина для виробництва пива.....	17
1.2.1. Вода.....	17
1.2.2. Солод	19
1.2.3. Хміль.....	20
1.2.4. Дріжджі.....	23
1.3. Нетрадиційна сировина.....	26
1.3.1. Трави	26
1.3.2. Спеції	27
1.3.3. Овочі.....	31
1.3.4. Морепродукти	32
1.3.5. Фрукти	33
1.4. Технології виготовлення пива традиційного та сучасного.....	34
1.4.1. Технологія виготовлення пива.....	34
1.4.2. Традиційні та історичні методичні в різних країнах	37
1.4.3. Схема технології виробництва пива.....	38
1.4.4. Технологічні параметри.....	41
1.5. Основне обладнання та принцип роботи	44

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ						
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Дика О.С.			ЗМІСТ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Філінська А.О.								5	120
Реценз.								УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП			
Н. Контр.											
Затверд.		Черваков									

1.6. Контроль якості пива	47
1.7. Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів	54
1.7.1. Основна сировина.....	54
1.7.2. Допоміжні матеріали.....	56
2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	58
2.1. Об'єкт дослідження	58
2.2. Предмет дослідження.....	58
2.2.1. Пиво Lager зі смаком вишні 10%, 20%, 30%, 40%.....	59
2.3. Методи дослідження зразків пива.....	62
2.4. Розробка світлого пива Lager зі смаком вишні.....	85
2.4.1. Технологія виробництва світлого пива Lager зі смаком вишні.....	86
3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	91
3.1. Оцінка виробництва за вибухо-пожежною та санітарною небезпекою....	91
3.2. Засоби індивідуального захисту.....	92
4. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	95
4.1. Характеристика викидів, відходів і втрат виробництва.....	95
4.2. Стічні води.....	96
4.3. Повітряні викиди.....	97
4.4. Основні заходи для забезпечення екологічної безпеки на підприємстві...	97
4.5. Нормативно-правова база.....	98
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	99
5.1. Розрахунок собівартості виробництва продукції.....	100
5.2. Розрахунок показників ефективності використання основних виробничих фондів та амортизації.....	101
5.3. Витрати на амортизацію.....	103
5.4. Розрахунок чисельності та оплати праці персоналу.....	104
5.4.1. Чисельність персоналу.....	104
5.4.2. Продуктивність праці.....	105
5.4.3. Фонд оплати праці.....	105
5.5. Розрахунок фінансових показників роботи підприємства.....	106

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						6
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5.1. Річний прибуток від реалізації.....	106
5.5.2. Рентабельність продукції.....	106
5.5.3. Рентабельність продажів	107
5.5.4. Фінансові показники для світлого пива зі смаком вишні	107
5.6. Розрахунок терміну окупності капіталовкладень.....	108
ВИСНОВКИ.....	110
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	113
ДОДАТОК А.....	118
ДОДАТОК Б.....	119
ДОДАТОК В.....	120

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						7
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Пиво є одним із найдавніших і найулюбленіших алкогольних напоїв у світі, історія якого налічує понад 10 000 років і сягає часів, що передували появі писемності [1]. Основу напою формують чотири ключові інгредієнти: вода, ячмінний солод (або інше зерно), хміль та пивні дріжджі. Саме ці компоненти закріплені німецьким законом про чистоту пива Reinheitsgebot від 1516 року [8]. Сучасні пивовари часто збагачують рецептуру фруктовими екстрактами, спеціями, травами, цукровими сиропами та іншими добавками.

Процес варіння пива

Варіння пива - це складний технологічний процес, що поєднує мистецтво та науку. Він включає етапи затирання солоду (перетворення крохмалю на цукри), кип'ятіння з хмелем, охолодження, бродіння та дозрівання [1].

Хміль надає пиву характерної гіркоти, багатого аромату трав'яний, цитрусовий, смолистий і виконує роль природного консерванта завдяки альфа- та бета-кислотам. Він також містить ксантогумол, який має антиоксидантні властивості [1].

Під час затирання активізуються ключові ферменти солоду:

α -амілаза - створює декстрини та щільну текстуру пива;

β -амілаза - продукує зброджувані цукри та підвищує міцність;

β -глюканаза, протеази та декстринази - впливають на фільтрацію, утворення піни та прозорість [1].

Дріжджі завершують бродіння, перетворюючи цукри на спирт і вуглекислий газ. Елі ферментують при 15-24°C, надаючи фруктових та

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ		
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дика О.С.			ВСТУП	Літ.	Арк.
Перевір.		Філінська А.О.					8
Реценз.							120
Н. Контр.						УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП	
Затверд.		Черваков					

ефірних нот, а лагери - при 7-13°C, забезпечуючи чистіший і м'який смак [1]. Якість пива оцінюють за густою кремовою піною, кольором від солом'яного до рубіново-чорного, збалансованим смаком, ароматом і газуванням.

Історія пивоваріння

Доісторичні та стародавні часи бл. 13 000-3000 до н.е. Ферментовані зернові напої з'явилися ще в епоху неоліту [2]. Близько 13 000 років тому вони вже існували на Близькому Сході [3]. Між 7000 і 5000 роками до н.е. пиво варили в Китаї та на Близькому Сході. Шумери в Месопотамії бл. 4000-3500 р. до н.е. виготовляли пиво з ячмінного хліба (баппір). Найдавніший відомий письмовий рецепт - «Гімн Нінкасі» - датується 1800 роком до н.е. [4]. У Стародавньому Єгипті пиво було щоденним напоєм, їжею та ліками [5].

Класичний і середньовічний періоди бл. 500 до н.е. - 1500 н.е.

Хміль почали використовувати близько 822 року н.е. [6]. У середньовіччі монастирі Німеччини та Бельгії стали головними центрами пивоваріння [7]. У XV столітті в Баварії з'явилися лагери нижнього бродіння. У 1516 році було прийнято Reinheitsgebot [8].

Промислова революція та модернізація XVIII-XIX ст.

Винайдення термометрів, гідрометрів, дослідження Луї Пастера та поява холодильників революціонізували виробництво. У 1842 році народився стиль пільзнер [9, 10].

Сучасні тенденції пивоваріння 2025-2026 років [11-17]:

- Зростання популярності низькоалкогольного та безалкогольного пива (тренд «sober curious») [11].
- Фокус на екологічності та стійкому виробництві (економія води, відновлювальна енергія) [12].
- Повернення до легших класичних стилів: сесійні сорти, лагери, пільзнери [13].
- Збільшення попиту на преміум- і крафтову продукцію [14].
- Помірні експерименти з дикими дріжджами, бочковим витриманням та локальними інгредієнтами [15].

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						9
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Колаборації брендів, сильний брендинг і storytelling [16].

Особливо помітне відродження інтересу до класичних лагерів (хелес, пільзнер тощо) [17].

Глобальне виробництво пива 2014-2024 роки

Азія залишається найбільшим регіоном-виробником. Китай утримує лідерство вже понад 20 років поспіль. Найвищі темпи зростання демонструють Індія 14,6%, В'єтнам, Нігерія та Південна Африка.

За період з 2004 по 2014 рік світове виробництво пива зросло на 24,2% - приблизно на 37,26 млн кілолітрів. Найбільший приріст показав Китай 17,18 млн кілолітрів. В'єтнам збільшив виробництво у 3,3 рази [17].

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						10
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА І АСОРТИМЕНТ ПИВА

Пиво - це складна суміш; у пиві було охарактеризовано понад 400 різних сполук, яке, крім того, містить макромолекули, такі як білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи та ліпіди. Деякі складові пива походять із сировини та переживають процес пивоваріння без змін. Інші є результатом хімічної та біохімічної трансформації сировини під час солодження, затирання, кип'ятіння, бродіння та кондиціонування. Разом усі ці складові складають характер пива, але загалом різні сорти пива та лагерів містять різні пропорції одних і тих самих сполук, а не нові складові. Тим не менш, випадкове або навмисне забруднення пива мікроорганізмами, відмінними від дріжджів, цілком може призвести до утворення нових метаболітів.

Складові частини пива можна розділити на леткі та нелеткі компоненти.

Леткі компоненти мають вищий тиск пари та відповідають за аромат або букет пива. Вони концентруються в газовому просторі над напоєм у закритому контейнері та переходять у дистилят, якщо напій дистилюють. Складну суміш летких компонентів, як у газовому просторі, так і в екстрактах пива розчинником, можна розділити за допомогою газорідної хроматографії (ГРХ), а компоненти ідентифікувати за допомогою мас-спектрометрії.

Нелеткі компоненти пива включають неорганічні солі, цукри, амінокислоти, нуклеотиди, поліфеноли та хмелеві смоли, а також макромолекули, такі як полісахариди, білки та нуклеїнові кислоти.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ						
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Дика О.С.			АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Філінська А.О.								11	120
Реценз.								УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП			
Н. Контр.											
Затверд.		Черваков									

Нелеткі компоненти можна розділити лише за допомогою газової хроматографії з подальшим перетворенням на леткі похідні, тому цей метод обмежується сполуками з досить низькою молекулярною масою. Високоточна рідинна хроматографія (ВЕРХ) все частіше використовується для розділення суміші нелетких компонентів у пиві [18].

1.1.1. Хімічний склад і якість пива

Хімія пива - це коктейль із води, алкоголю, вуглекислого газу і купи дрібниць, що роблять кожен сорт особливим. Основу задає сусло - чим воно густіше, тим насиченіше пиво. А далі вступають продукти бродіння: етанол (він же спирт) і CO_2 (той самий газ, що шипить). Є ще леткі речовини - ацетальдегід, вищі спирти, кислоти - вони додають нюанси смаку, але в нормі їх мало, щоб усе не зіпсувати.

Приблизний склад пива таблиця 1. Він залежить від типу - світле, темне, міцне чи легке - і ступеня зброджування.

Таблиця 1 - Склад пива

Складові частини	Межі вмісту, %
1	2
Вода	85 - 95
Зола	0,2 - 1,0
Леткі речовини:	
Алкоголь (етанол)	2,8 - 8,0 об %
Вуглекислий газ	0,35 - 0,45
Ацетальдегід	$(5 - 7) \cdot 10^{-4}$
Вищі спирти (у перерахунку на амілалкоголь)	$(5 - 8) \cdot 10^{-3}$
Оцтова кислота	$(13 - 15) \cdot 10^{-3}$
Мурашина кислота	$(10 - 15) \cdot 10^{-3}$

Продовження табл. 1

1	2
Сірчисті сполуки:	
Діоксид сірки	$(2 - 16) \cdot 10^{-4}$
Сульфгідрильні сполуки	$(4 - 29) \cdot 10^{-5}$
Леткі меркаптани	$(1 - 7) \cdot 10^{-7}$
Сірководень	$(3 - 5) \cdot 10^{-6}$
Екстрактивні речовини	5 - 17
Вуглеводи	3 - 7
Сахариди:	
Декстрини	1 - 5
Моносахариди	1 - 2
Азотні речовини (білки)	0,8 - 1,0
Гліцерин	0,05 - 0,1
Поліфенольні (дубильні), гіркі речовини	0,01 - 0,05
Органічні (нелеткі) кислоти	0,007 - 0,01
Мінеральні речовини:	
Натрій	0,01 - 0,02
Калій	0,02 - 0,06
Кальцій	0,007 - 0,01
1	2
Магній	0,006 - 0,01
Фосфор	0,010 - 0,015
Залізо	$(1 - 2) \cdot 10^{-4}$
Мідь	$(1 - 2) \cdot 10^{-5}$
Олово	$(1 - 2) \cdot 10^{-6}$

1	2
Вітаміни групи В:	
B1	$(1 - 2) \cdot 10^{-5}$
B2	$(2 - 5) \cdot 10^{-5}$

Ключова ступінь зброджування. Якщо пиво недобродило, у ньому повно незбродженого екстракту - смак грубий і стійкість слабка. А якщо перебродило до кінця, то ухоче м'якість, приходе - спиртова різкість. Ідеальний баланс, де спирт (2-8%) і екстракт (5-17%) товаришують, а не б'ються [19].

Кислотність теж важлива - вимірюють її рН (4,4 - 4,6 у нормі) або титруванням. Надто кисле пиво - ознака зараження бактеріями, типу лактобацил. А правильна кислотність допомагає смаку й процесу варіння. Вода для пива - це окрема тема. Жорстка вода з купою мінералів може зробити смак грубшим, а м'яка - чистішим.

1.1.2. Колоїдний склад пива

Колоїди - це такі невидимі частинки, що гасають у пиві, як мікроскопічні кульки. Білки, поліфеноли, декстрини - вони тримають рівновагу, поки щось не йде шкереберть. Вони заряджені однаково і відштовхуються один від одного, щоб не злипатися. Але варто рН впасти чи температурі підскочити - заряд зникає, і починається муть, осад і уходить прозорість.

Головні винуватці помутніння - білки і поліфеноли. Декстрини грають роль "захисників", але якщо їх мало, пиво мутніє швидше. Температура - найлютіший ворог: пастеризація чи спека денатурують білки, і вони

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						14
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

випадають в осад. Світло також шкодить - окислює сірчисті групи, псує смак і колоїди. А сліди металів (залізо >1-2 мг/л, мідь >0,2 мг/л) прискорюють окислення. Тому вода для пива має бути чистою.

1.1.3. Органолептика: смак, колір, піна

Якість пива - це не лише хімія, а й те, що ти бачиш і відчуваєш. Колір, прозорість, піна, смак, запах - ось що робить пиво пивом. Світле блищить "іскрою", темне тішить глибиною. Піна має бути густою і стійкою - якщо вона падає за секунду, щось не так. Смак - чистий, повний, з легкою хмелевою гірчинкою, без кислоти чи сторонніх нот.

Гірчинка - від хмелю (ізогумулонів). Хороший хміль дає м'якість, поганий - різкість. А ще смак залежить від води - жорстка підсилює гіркоту, м'яка пом'якшує. Пивовари навіть рахують "число гіркоти" ($i=100m/(a \cdot r)$), щоб знайти баланс між колоїдною і молекулярною формою. Наприклад, у "Жигулівського" $i = 1,445$ - ідеал [19].

1.1.4. Асортимент пива

Різноманітність пивних стилів - одна з головних причин популярності цього напою, адже вона дає можливість постійно відкривати для себе нові смаки. Сьогодні існує багато сортів пива, які відрізняються за технологією бродіння та органолептичними характеристиками.

Основні види пива класифікують залежно від методу бродіння:

1. Лагери

Лагери виготовляються із застосуванням дріжджів нижнього бродіння, які працюють при низьких температурах (7–13 °C). Таке пиво має чистий, освіжаючий смак і високу питкість. Основні різновиди лагерів включають:

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						15
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Блідий лагер: легкий напій із помірною хмільністю, ідеальний для масового споживання.

- Пілснер: світле пиво з насиченим золотистим кольором і характерною хмільною гіркотою.

- Бурштиновий і червоний лагер: вирізняється багатим смаком із карамельними та тостовими нотами.

- Темний лагер: має насичений солодовий профіль із відтінками шоколаду, кави та патоки.

2. Елі

Елі виготовляються з використанням дріжджів верхнього бродіння при вищих температурах (15-24 °C), завдяки чому вони характеризуються ширшою палітрою смаків: фруктових, пряних, солодових і ефірних.

Основні стилі елів включають:

- Вершковий ель;
- Блідий ель (англійський, американський, бельгійський);
- Бурштиновий чи червоний ель;
- Індійський блідий ель (ІРА);
- Темний і коричневий ель;
- Пшеничне пиво;
- Бельгійські елі.

3. Стаути та портери

Це темні та насичені види пива з вираженим ароматом смаженого солоду, кави, шоколаду і карамелі. До популярних підтипів належать вівсяні, імперські та балтійські стаути і портери.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						16
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Окрім основних категорій, існують ще й спеціальні пивні стилі. Наприклад, фруктове пиво, радлери або медові сорти — вони додають вишуканості й різноманітності смаковим профілям. Особливе місце серед фруктових напоїв займає пиво зі смаком вишні, яке користується великою популярністю.

Також розроблено чимало додаткових термінів для опису різних характеристик пива: світле, сесійне, низьковуглеводне, міцне тощо, що допомагає краще орієнтуватися у цьому багатому світі напоїв [20].

1.2. Основна сировина для виробництва пива

Основна сировина пива базується на чотирьох основних сировинних матеріалах:

1.2.1. Вода

Вода складає приблизно 90–95 % пива, тому її властивості безпосередньо впливають на смак, аромат, стабільність, прозорість, ефективність екстракції та загальну якість готового продукту. Головні показники якості пивоварної води включають такі параметри [21]:

pH. Є одним із найважливіших показників. Оптимальний pH затору (пюре) становить 5,2-5,5 (допустимий діапазон 5,1-5,8). Під час лаутерування pH стоку не повинен перевищувати 5,8, щоб уникнути екстракції таніну. Готове пиво повинно мати pH у межах 4,2-4,4. Значення вище 4,5 робить пиво різким, нижче 4,0 - надто кислим [22].

Методи визначення: pH-метри з автоматичною температурною компенсацією (АТС), портативні або лабораторні прилади. Індикаторні смужки менш точні [23].

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						17
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Кальцій (Ca) [50-150 ppm] - знижує рН сусла, сприяє освітленню пива, осадженню фосфатів і підвищує стабільність. Відіграє ключову роль у якості світлого пива [24].

Бікарбонат (HCO_3^-) [0-250 ppm] та загальна лужність [0-100 ppm для світлих сортів]. Висока лужність підвищує рН затору, що небажано для світлого пива. Лужність = $\text{HCO}_3^- \cdot 50 / 61$ [25, 26].

Сульфат (SO_4^{2-}) [50-250 ppm] - підсилює хмелеву гіркоту та трохи освітлює колір. Важливий у співвідношенні з хлоридом (SO_4 / Cl) [26].

Хлорид (Cl^-) [0-250 ppm] - пом'якшує гіркоту та підкреслює солодовий профіль пива. Баланс сульфату і хлориду визначає гармонію смаку [26].

Натрій (Na^+) [0-150 ppm] - пом'якшує смак, особливо важливий для темних сортів пива [26].

Магній (Mg^{2+}) [10-40 ppm] - необхідний для життєдіяльності дріжджів. Потребує балансу з кальцієм [26].

З шести основних іонів найважливішими вважають кальцій, бікарбонат, сульфат і хлорид. Їх баланс дозволяє коригувати рН і формувати бажаний смаковий профіль [26].

Електропровідність (ЕК) - показник загальної мінералізації води. Використовується для оцінки чистоти та подальшого коригування складу [27].

Жорсткість води - визначається сумою кальцію та магнію (оптимально 28-44 ppm у перерахунку на CaCO_3). Кальцій є головним елементом жорсткості [27, 28].

Лужність - здатність води нейтралізувати кислоти. Надмірна лужність (карбонати та бікарбонати) небажана для світлих сортів [27, 29].

Розчинений кисень (DO). Після кип'ятіння сусло швидко охолоджують і насичують киснем (6–20 ppm залежно від щільності сусла та штаму

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						18
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

дріжджів). У готовому пиві вміст кисню не повинен перевищувати 50 ppb (0,05 ppm), щоб уникнути окислення [27, 30].

Загальні розчинені тверді речовини (TDS) - до 500 ppm. Показник загальної мінералізації води [27, 32].

1.2.2. Солод

Солод, переважно ячмінний, є основним компонентом у пивоварінні. Його якість оцінюють за комплексом фізичних, хімічних, ферментативних та технологічних характеристик відповідно до стандартів EBC (Analytica-EBC), ASBC та IBD. Основним методом аналізу є Congress Mash (EBC 4.5.1 або ASBC Malt-4), який моделює процес затирання [33].

Фізичні показники

Вміст вологи: 3-6 % (оптимально 4-5 % для базового солоду). Завищена вологість (>6 %) призводить до цвілі та зниження екстрактивності, надто низька (<3 %) робить зерно крихким. Один відсоток вологи знижує екстрактивність приблизно на 1 % [33, 34].

Фріабільність (крихкість ендосперму): 80-90 % (для добре модифікованого солоду - понад 85 %). Нижче 70 % свідчить про недостатню модифікацію та проблеми з фільтрацією. Визначається за EBC 4.15 за допомогою Friabilimeter [35, 36].

Розмір зерна та плумпність: Понад 80–85 % зерен > 2,5 мм, TKW > 40-45 г. Великі зерна забезпечують вищий вихід екстракту [35].

Скляні та борошністі зерна: Частка борошнистих зерен - 90-95 %, скляних - менше 5 %. Борошністі зерна вказують на добру модифікацію [37].

Хімічні показники

Загальний азот / білок: 1,4-1,8 % азоту (9-11,3 % білка). Визначається методами К'ельдаля (EBC 4.3.1) або Дюма (EBC 4.3.2) [33].

Індекс Кольбаха (S/T): 35-45 % (рекомендовано >40 % для світлого пива). Показник рівня протеолізу та модифікації солоду [38].

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						19
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Вільний аміний азот (FAN): 150-200 мг/л у суслі. Необхідний для живлення дріжджів. Визначається за EBC 4.10 або ASBC Wort-12 [34].

Ферментативна активність

Діастатична сила (DP): 100-160 °Lintner (300–500 °WK). Відображає загальну амілазну активність [39].

α -амілаза: 40-60 DU. Відповідає за розщеплення крохмалю на декстрини (EBC 4.13, ASBC Malt-7) [34].

Лабораторні показники суслу (Congress Mash)

- Екстракт: FGDB 79–82 %, CGDB 77–80 %. Основний показник виходу розчинних речовин (EBC 4.5.1) [37].
- Колір: 3–5 EBC для базового солоду (EBC 4.7.1) [38].
- В'язкість: 1,45-1,60 cP [37].
- β -глюкан (High MW): <100–150 мг/л. Високий вміст погіршує фільтрацію (EBC 4.16.2) [37].
- Турбідність: <10-15 NTU.
- pH суслу: 5,6-6,0.
- Ферментуваність: 75-85 % (EBC 4.11).

Ці показники дозволяють прогнозувати ефективність затирання, фільтрацію, бродіння та якість готового пива.

1.2.3. Хміль

Хміль є одним із ключових інгредієнтів у пивоварінні, оскільки надає пиву гіркоту, аромат, антисептичні властивості та сприяє стабільності піни. Якість хмелю оцінюють за фізичними, хімічними, органолептичними та зберігальними параметрами. Основні стандарти аналізу: Analytica-EBC (розділ 7), ASBC Methods of Analysis (розділ Hops) та МЕВАК [40]. Аналіз проводять у формі шишок, гранул та екстрактів.

Фізичні та органолептичні показники

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						20
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вологість: 8-12 % (для шишок), 9-11 % (для гранул). Висока вологість (>13 %) призводить до цвілі та окислення, низька (<8 %) - до втрати ефірних олій. Визначається за EBC 7.2 та ASBC Hops-4 [42].
- Вміст насіння: <2-3 % (для ароматичних сортів <1 %). Високий вміст знижує концентрацію α -кислот. Метод - EBC 7.3 [43].
- Зовнішній вигляд, колір, аромат: Якісний хміль — яскраво-зелений або жовто-зелений, липкий від лупуліну, з сильним характерним ароматом (цитрусовий, квітковий, трав'яний). Окислення проявляється коричневим кольором і сирним/трав'яним запахом. Оцінка — органолептично (ASBC Hops-1, EBC 7.1) [43].
- Форма та чистота: Шишки повинні бути цілими, без сторонніх домішок (листя, стебла <1–2 %). Метод - візуальний огляд + ситовий аналіз [43].

Хімічні показники гіркоти

- α -кислоти (Alpha acids): 3-18 % (залежно від сорту: Cascade ~5–7 %, Magnum ~12–15 %). Є основним джерелом гіркоти пива після ізомеризації в iso- α -acids [44].

Таблиця 2 - Методи визначення EBC, ASBC

Стандарт	Метод	Опис процедур	Точність примітки
1	2	3	4
EBC 7.4	Conductometric titration (титрування провідністю)	Екстракція толуолом, титрування Pb-оцтовою кислотою, точка перелому на кривій провідності.	Традиційний, дешевий, але менш точний для сумішей.
EBC 7.7 / ASBC Hops-14	HPLC (High Performance Liquid Chromatography) – International Method	Зворотньо-фазова HPLC з UV-детекцією (314 нм), калібрування за ICE-4 (International Calibration Extract). Розділяє cohumulone, humulone, adhumulone.	Найточніший, рекомендований для сучасних аналізів, включає % cohumulone (20–40%).

1	2	3	4
ASBC Hops-6A	Spectrophotometry (UV-спектрофотометрія)	Екстракція, вимірювання поглинання при 325, 355, 375 нм, розрахунок за формулою Rigby.	Швидкий, але менш специфічний (вплив β -кислот).

- β -кислоти (Beta acids): 2-10 %.
- Значення: Мають антимікробну дію та утворюють слабку гіркоту внаслідок окислення.
- Методи визначення: аналогічні α -кислотам (HPLC – ASBC Hops-14, EBC 7.7).
- Hop Storage Index (HSI): 0,2-0,4 (для свіжого хмелю <0,3).
- Значення: Основний індикатор свіжості та якості зберігання хмелю (чим нижче, тим краще).
- Метод: ASBC Hops-6 або HPLC [45].
- Cohumulone / Colupulone: 20-45 % від загальних α - та β -кислот.
- Значення: Високий вміст cohumulone дає грубішу та швидшу гіркоту, низький - м'якішу (характерно для благородних сортів - Noble hops).
- Метод: HPLC (EBC 7.7, ASBC Hops-14) [45].

Ароматичні сполуки

- Ефірні олії (Essential oils): 0,5-4 мл/100 г (для ароматичних сортів >2 %).
- Значення: Відповідають за аромат пива (мірцен, гумулен, кариофілен, фарнезен).
- Методи: EBC 7.9 (дистиляція з паром), GC-MS для детального профілю [46].
- Поліфеноли та загальні смоли (Polyphenols / Total resins): Визначають антиоксидантні властивості хмелю.
- Метод: EBC 7.10 або спектрофотометрія [46].

Інші показники

- Сухі речовини (Dry matter): >88-92 %.
- Ізо- α -кислоти в пиві (Iso- α -acids): 10-100 IBU (International Bitterness Units).

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						22
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Метод: ASBC Beer-23 / EBC 9.47 (екстракція ізооктаном, спектрофотометрія при 275 нм).

- Зберігання: Хміль зберігають у вакуумних пакетах при температурі - 1...+4 °С. Рекомендований HSI <0,3 після 6 місяців зберігання [47].

Таблиця 3 - Типові значення для популярних сортів (при 10% вологості) [48]:

Сорт	α -acids (%)	β -acids (%)	Когумулон (%)	Ефірні олії (мл/100 г)	Ароматичний профіль
1	2	3	4	5	6
Saaz	3 - 5	3 - 5	25 - 30	0,6 - 1,0	Благородний, трав'яний
Cascade	5 - 7	5 - 7	35 - 40	1,0 - 2,0	Цитрусові, квіткові
Magnum	12 - 15	5 - 8	25 - 30	1,5 - 3,0	Чистий гіркота
Citra	11 - 14	3 - 5	20 - 25	2,0 - 3,5	Тропічний, цитрусовий

1.2.4. Дріжджі

Пивні дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae* для елів і *S. pastorianus* для лагерів) оцінюють за такими показниками, як фізіологічні, мікробіологічні, морфологічні та функціональні властивості. Від їхньої якості залежить швидкість ферментації, рівень атенуації (attenuation), смаковий профіль (наприклад, естери, феноли, діацетил), здатність до флокуляції, можливість рециркуляції та ризик виникнення небажаних ароматів [49].

Основні стандарти:

Analytica-EBC (розділ 3 – Yeast, Microbiologica; brewup.eu)

ASBC Methods of Analysis (розділ Yeast: Yeast-1 до Yeast-14; asbcnet.org)

Додатково: МЕВАК, IBD, AOAC.

Ключові показники поділяються на viability (життєздатність - % живих клітин), vitality (життєва сила - метаболічна активність), кількість клітин, чистість та функціональні характеристики [50].

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						23
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість клітин (Cell count / Concentration)

Значення: Визначає pitching rate (рекомендовано 0,75-1,5 млн клітин/мл/°P для лагерів, 1-2 млн для елів) [51].

Типові значення: $1 - 5 \times 10^8$ клітин/мл у slurry (густій суспензії).

Таблиця 4 - Методи визначення EBC, ASBC

Стандарт	Метод	Процедура	Примітки
1	2	3	4
ASBC Yeast-4	Haemocytometer (Thoma / Neubauer chamber)	Розвести зразок, додати methylene blue (0.01%), завантажити в камеру, порахувати 10 полів (квадрати), розрахунок: клітини/мл = (середнє на поле $\times$ розведення $\times 10^4$) / об'єм поля.	Золотий стандарт, точність $\pm 10-15\%$. Використовувати ручний лічильник або софт.
EBC 3.1.1.1	Haemocytometry	Аналогічно ASBC Yeast-4, з methylene blue для viability.	Офіційний EBC.
ASBC Yeast-? (електронний)	Electronic particle counter (Coulter counter)	Автоматичний підрахунок за розміром.	Швидший, але дорожчий; не розрізняє живі/мертві.
EBC 3.1.1.2	Electronic counter	Аналогічно.	Для промислових лабораторій.

Життєздатність (Viability) - % живих клітин

Значення: Для свіжої культури >90-95 %; нижче 85 % - ризик повільної або застряглої ферментації [52].

Методи визначення:

Methylene blue staining (найпоширеніший): Змішують 1:1 з 0,01 % розчином метиленового синього, витримують 1-5 хв, рахують у гемоцитометрі. Живі клітини - безбарвні, мертві - темно-сині. Viability = (живі / загальні) * 100 %. Точність $\pm 5\%$. Стандарти: ASBC Yeast-3, EBC Analytica Microbiologica [53].

Propidium iodide (PI) + fluorescein diacetate (FDA) або CFDA-AM (flow cytometry / флуоресцентна мікроскопія): живі клітини - зелені, мертві - червоні. Має вищу точність розрізнення vitality [54].

Acridine orange (AO) + PI - двоколірне фарбування.

Життєва сила / Метаболічна активність (Vitality)

Значення: Показує швидкість відновлення та ферментаційної активності дріжджів. Низька vitality навіть при високій viability призводить до повільної ферментації та накопичення діацетилу [55].

Методи визначення:

Glycogen staining (йод) - високий вміст глікогену свідчить про високу vitality.

Acidification power (pH drop) - швидкість зниження pH суслу.

Mini-ferment test (pressure method) - тиск CO₂ у закритій пробірці (>200-300 mbar за 20 хв при 20°C).

Methylene blue reduction time.

ATP measurement (біолюмінесценція).

Magnesium release / intracellular Mg [56].

Функціональні та характеристичні показники

Flocculation (флокуляція): Визначає швидкість осідання дріжджів після ферментації (flocculent — швидке осідання, powdery - повільне) [57].

Методи: ASBC Yeast-11 (Helm assay), седиментація в CaSO₄ буфері.

Attenuation / Fermentability: 70-85 % для стандартних штамів. Визначається міні-ферментацією в суслі (real degree of fermentation - RDF). Надмірна атенуація - ризик diastaticus.

Contamination / Purity: Методи: ASBC Yeast-10, мікроскопія, PCR (wild yeast, bacteria, diastaticus). EBC — тести на Lactobacillus, Pediococcus, Brettanomyces.

Morphology / Strain characterization: Wallerstein Nutrient agar (WLN), genetic fingerprinting (PCR).

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						25
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Інші показники: pH drop під час ферментації (5,2-5,4 → 4,2-4,4), утворення естерів та вищих спиртів (GC-MS), швидкість відновлення діацетилу.

Типові норми для pitching yeast (slurry):

Viability: $\geq 95\%$

Vitality: висока (швидке CO₂-утворення, високий глікоген, швидке зниження pH)

Cell count: $1-3 \cdot 10^9$ клітин/мл

Contamination: <1 бактеріальна клітина на 10^6 дріжджових

Flocculation: залежить від штаму (Chico - середня, London Ale - висока) [57].

1.3. Нетрадиційна сировина

1.3.1. Трави

Задовго до поширення хмелю (понад тисячу років тому) пиво ароматизували сумішшю трав, коренів, квітів і спецій. Ці рослинні добавки забезпечували антисептичні властивості напою, а також часто використовувалися через їхні лікувальні якості. Деякі з них мали ейфорійний, психотропний або токсичний ефект [58].

Такі трав'яні суміші отримали назву груїт (gruit, grout, kruit тощо). Пиво, приготоване з ними, називається груїтним елем. У Британії аналогічні напої називали «трав'яним елем». У подальшому тексті всі варіанти об'єднані терміном «груїт».

Сучасні пивовари Північної Америки, Шотландії та Німеччини активно відроджують традицію груїтів, створюючи як історично точні, так і сучасні рецепти.

За свідченнями історика Мартіна Корнелла, основними компонентами груїту в Середньовіччі були деревій, болотний мирт і дикий розмарин. Також широко використовували полин, лаванду, ісоп, фенхель,

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						26
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

верес, шавлію, м'яту, кропиву, меліс, ялівець та інші трави. До додаткових інгредієнтів належать імбир, кориця, гвоздика, ваніль, коріандр, чебрець, цитрусова шкірка, бузина тощо [58].

Особливу увагу приділяють рослинам родини Lamiaceae (ясноткові / м'ятні).

Дикий чебрець (*Thymus serpyllum*) багатий на ефірні олії з потужними антиоксидантними та протизапальними властивостями. Екстракти чебрецю покращують антимікробні та антиоксидантні характеристики пива (Leskošek-Čukalović et al., 2010; Galovičová et al., 2021).

Орегано (*Origanum vulgare*) містить фенольні сполуки, флавоноїди, тимол і карвакрол, що забезпечують антимікробну дію (Pezzani et al., 2017).

Меліса лікарська завдяки цитрусовому аромату добре поєднується з бельгійськими пшеничними елями та світлими сортами (Boulton, 2013).

Метою досліджень є підвищення функціональних властивостей пива (антимікробних та антиоксидантних) за рахунок використання натуральних трав родини ясноткових (шавлія, орегано, чебрець, меліса) та вивчення їхнього впливу на технологічні та сенсорні характеристики напою [58].

1.3.2. Спеції

Спеції мають багатовікову історію використання у виробництві пива. З моменту зародження пивоваріння близько 8000 років тому і до запровадження хмелю в середньовічній Європі саме спеції та трави були основним джерелом аромату напою. Багато бельгійських стилів пива й досі зберігають цю традицію, а сучасні крафтові пивовари все частіше повертаються до використання прянощів, особливо в сезонних сортах [59].

У Середньовіччі спеції додавали не лише для покращення смаку, але й для маскування кислих або прогірклих нот. Їм часто приписували лікувальні властивості, зокрема як засіб проти чуми у вигляді гарячого пряного пива.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						27
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Спеції, що використовувалися для надання гіркоти та балансу солодового аромату, включають лавровий лист, ялівець та насіння родини зонтичних (Ariaseae): аніс, кмин, коріандр, кріп і фенхель. Гостроту надають перець чилі, імбир, чорний перець, квезія та райські зерна. До «справжніх» спецій належать запашний перець, кардамон, кориця, гвоздика, мускатний горіх, зірчастий аніс, ваніль та цитрусова цедра. Багато з них традиційно використовуються в різдвяних та сезонних сортах пива.

Сучасні пивовари експериментують зі спеціями, створюючи унікальні смаки. Особливо популярний у США гарбузовий ель, аромат якого формується поєднанням кориці, імбиру, мускатного горіха, ванілі та перцю.

Хоча в Бельгії спеції застосовують досить стримано, тенденція до пивоваріння зі спеціями активно розвивається серед крафтових виробників США, Данії, Великобританії та Італії [59].

Таблиця 5 - Різні види спецій

Загальна назва	Наукова назва	Використана частина	Коментар	Використання (приклади)
1	2	3	4	5
Запашні спеції	Перець діюйка	Насіння	Гіркота, виражений аромат, корисний для здоров'я, консервант для пива	Різдвяне пиво, середньовічне лікувальне пиво
Аніс	Пімпінела анісова	Насіння	Додає пряну та анісову гіркоту під час кипіння	Історична гіркота для пива
Лавровий лист	Шляхетний лавр	Лист	Гіркота, виражений аромат, корисний, консервант для пива	Нещодавнє експериментальне пивоваріння
Кмин	Дорогий кмин	Насіння	Додає пряну та анісову гіркоту під час кипіння	Історичне пивне гірчення
Кардамон	Елетта рія кардамомум	Насіння	Сильний аромат, родина імбирних	Різдвяне пиво, середньовічне лікувальне пиво

Продовження табл.5

1	2	3	4	5
Перець чилі	Види перцю	Плід	І рослинний смак, і гострота капсаїцину	Оригінальний портер, експериментальне пивоваріння
Кориця	Справжня кориця	Кора	Популярний, але часто насправді це кора касії	Гарбузові елі та різдвяні сорти пива, середньовічні лікувальні сорти пива
Цитрусові	Цитрусові види	Цідра	Лимонна цедра; солодка, консервована апельсинова цедра; Кюрасао	Елі в бельгійському стилі, особливо вітбір
Гвоздика	Сизигіум ароматичний	Квіткова брунька	Дуже міцний, краще використовувати економно	Гарбузові елі та різдвяні сорти пива
Коріандр	Коріандрум сативум	Насіння	Широко використовується	Середньовічне лікарське пиво Бельгія біле
Кріп	Анетум гравеоленс	Насіння	Додає пряну та анісову гіркоту під час кипіння	Історична гіркота пива
Фенхель	Фенхель звичайний	Насіння	Додає пряну та анісову гіркоту під час кипіння	Історична гіркота для пива
Імбир	Зінгібер лікарський	Корінь	Надзвичайно ароматний	Оригінальний портер, середньовічне лікувальне пиво
Зерна раю	Афрамомум мелегуета	Насіння	Перцеподібна спеція з нотками цитрусових та сосни; колись вважалася афродизіаком	Старий англійський ель, заборонений у 17 столітті законом, експериментальне пивоваріння

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						29
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл.5

1	2	3	4	5
Ялівець	Ялівець звичай ний	Ягода	Використовується в заторі або варінні	Історичне скандинавське пивоваріння, таке як фінське пиво Sahti, для якого гілки також використовуються в заторі
Солодка	Солодка гола	Корінь	Гіркий, лікарський	Оригінальний портер і стаут
Булава	Міристика запашна	Фрукт/мус катний горіх	Вишукана та смачна альтернатива мускатному горіху	Святкове пиво
Мускат ний горіх	Міристика запашна	Фрукти/гор іхи	-	Різдвяне пиво, середньовічне лікувальне пиво, експериментальне пивоваріння
Петруш ка	Хрустка петруш ка	Насіння	Додає пряну та анісову гіркоту під час кипіння	Історична гіркота пива
Перець	Чорний перець	Насіння	Дуже ароматний, додає гостроти, якщо концентрований	Експериментальне пивоваріння, середньовічне лікувальне пиво
Квасія	Квасія амара	Деревина	Хініноподібний	Історична гірчинка пива
Шафран	Крокус посів ний	Стиль/клей мо	Дуже дорогий, сильний пікантний смак	Експериментальне пивоваріння
Зоряний аніс	Справжній аліум	Насіння	Додає пряну та анісову гіркоту під час кипіння	Експериментальне пивоваріння, різдвяне пиво

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						30
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4	5
Ваніль	Ваніль плоско листа	Фрукт	Широко використовується	Святкове пиво, портери

1.3.3. Овочі

Овочі поступово стають однією з найцікавіших і все більш популярних категорій нестандартної сировини в сучасному пивоварінні. На відміну від фруктів, які переважно додають пиву яскраву кислотність і солодкість, або від спецій, що забезпечують насичений аромат, овочі надають напою землястих, горіхових, солодкуватих і кореневих нот, доповнюючи його природними крохмалами, пігментами та корисними речовинами, такими як бета-каротин, бетанін, антиоксиданти та вітаміни.

Одним із найвідоміших представників цього напрямку є гарбузовий ель (Pumpkin Ale), який став справжнім символом осінньо-зимового сезону в США та багатьох інших країнах. Окрім гарбуза, пивовари активно експериментують із такими інгредієнтами, як солодка картопля, буряк, морква, кабачки, пастернак та інші коренеплоди. Використання овочів у пивоварінні дозволяє не тільки створювати унікальні смакові профілі, але й забезпечувати напою природний колір, додаткову текстуру й функціональні переваги.

Використання овочів у пивоварінні має тривалу історію, особливо в ті часи, коли зерно ставало дефіцитним. У колоніальній Америці XVII-XVIII століть, через високу вартість або нестачу зерна, домашні пивовари та фермери зазвичай додавали гарбуз, який слугував джерелом ферментованих цукрів. Завдяки своїй доступності та низькій вартості гарбуз став альтернативним інгредієнтом для виготовлення пива. Подібні напої були скоріше практичним способом використання врожаю, ніж зразком преміальної продукції.

Сучасний інтерес до овочевого пива відродився у 1980-х- 1990-х роках у США. У 1985 році Bill Owens із пивоварні Buffalo Bill's Brewery представив перший комерційний Pumpkin Ale, черпаючи натхнення з історичних рецептів. З того часу Pumpkin Ale перетворився на один із найпопулярніших сезонних стилів пива у світі. Сучасні крафтові броварні активно експериментують із різноманітними овочами, створюючи не лише сезонні, але й функціональні та локальні напої [60].

1.3.4. Морепродукти

Морепродукти належать до однієї з найнестандартніших і найсміливіших категорій інгредієнтів у пивоварінні. Вони додають пиву солонуваті, мінеральні, йодисті та морські відтінки, які ідеально балансують із солодовою солодкістю, особливо в темних стилях. Найвідоміший приклад - устричний стаут (Oyster Stout), де морепродукти стали не лише доповненням, а й визначальною ознакою стилю. Окрім устриць, пивовари створюють нові смаки, використовуючи мідії, гребінці, креветки, водорості чи навіть морську воду.

Такі інгредієнти додають напою багатий «морський» характер, підвищують мінеральність і зазвичай застосовуються для створення локальних, сезонних або спеціалізованих сортів пива.

Поєднання пива та морепродуктів має довгу історію. У вікторіанській Англії XIX століття устриці були доступною закускою в пабах, яку часто подавали до портерів і стаутів. Вони чудово доповнювали одне одного: насичені солодкість і смажені нотки стауту гармонійно врівноважували солоність і характерний «металевий» смак устриць.

Спочатку устричні мушлі застосовували як природний фільтрувальний агент і засіб для зниження кислотності у діжках. Згодом їх почали додавати безпосередньо під час варіння пива.

Перші комерційні зразки пива з устрицями з'явилися наприкінці 1920-х - 1930-х років. За деякими даними, у Новій Зеландії приблизно в 1929-1938

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						32
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

роках, а також у Лондоні на пивоварні Hammerton Brewery в 1938 році варили stout з додаванням устричного концентрату для підвищення поживних властивостей - подібно до milk stout. У 1990-х-2000-х роках цей стиль здобув нове життя завдяки крафтовому пивному руху та став популярним у США, Великобританії, Ірландії й інших країнах.

Мабуть, найбільш нетрадиційні з усіх, деякі пивовари навіть використовують морепродукти у своїх творіннях. Устриці, наприклад, варять з устрицями, доданими до сусла, надаючи тонку солоність і посилюючи відчуття пива у роті.

Метод пивоваріння. Додавання морепродуктів, таких як устриці, зазвичай відбувається під час кип'ятіння, що дозволяє смакам зливатися з солодом і хмелем, не стаючи занадто домінуючим [60,61]. Цей стаут гладкий і оксамитовий, з невеликою солоністю від устриць. Додавання устриць підсилює тіло пива і додає унікальний характер уамі, який добре поєднується з ароматами смаженого солоду.

1.3.5. Фрукти

Фрукти є найпопулярнішою та найуспішнішою категорією нестандартних інгредієнтів у сучасному пивоварінні. Вони збагачують пиво природною кислинкою, солодкістю, насиченими ароматами, яскравими відтінками кольору та антиоксидантами, суттєво розширюючи його смаковий профіль. На відміну від овочів чи спецій, фрукти надають соковиті, яскраві, десертні або кислуваті нотки, що особливо цінуються в крафтовому сегменті [62].

Історія фруктового пива сягає тисячоліть. Хоча точний момент появи цієї практики невідомий, археологічні знахідки свідчать, що фрукти, спеції та трави додавали до пива ще в найдавніші часи. Ця традиція періодично набирала популярності та занепадала, але ніколи повністю не зникала.

Фрукти в пивоварінні виконують важливу роль — вони надають характерні аромати та смакові відтінки. У промисловому виробництві часто

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						33
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

використовують фруктові екстракти або сиропи, але традиційний підхід передбачає застосування свіжих плодів. Яскравим прикладом є бельгійські ламбіки, зокрема Kriek (з вишнею) та Framboise (з малиною), де фрукти додають під час вторинного бродіння [62].

Класифікація популярних фруктів:

Ягідні фрукти (найпоширеніші)

Малина, вишня (особливо кисла), чорниця, ожина, смородина - забезпечують яскраву кислинку, насичений аромат і глибокий колір.

Кісточкові фрукти

Персик, абрикос, слива - надають м'які, ніжні, солодкі або винні нотки.

Цитрусові

Апельсин (з цедрою), лимон, лайм, грейпфрут - додають свіжість і яскраві цитрусові акценти, популярні в IPA та witbier.

Тропічні фрукти

Манго, маракуйя, ананас, гуава, ківі - створюють екзотичні, соковиті смаки, особливо в juicy IPA та tropical sour.

Інші фрукти

Яблуко, груша, кавун, гранат, обліпіха - використовуються для локальних і функціональних сортів пива [62].

1.4. Технології виготовлення пива традиційного та сучасного

1.4.1. Технологія виготовлення пива

Технологія виробництва пива

Підготовка солоду

Першим етапом є солодування ячменю (іноді пшениці). Зерно замочують у теплій воді близько 40 годин, потім залишають проростати протягом 5 днів. Проростання зупиняють сушінням у печі. Для світлих сортів використовують нижчі температури, для темних — часткове обсмажування. Тривалість проростання визначає діастатичну силу солоду. Через високі

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						34
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

витрати на обладнання багато пивоварень купують готовий солод у спеціалізованих виробників.

Розтирання (затирання)

Подрібнений солод змішують з теплою водою в затиральному чані. Ферменти солоду розщеплюють крохмаль на цукри (осахарювання). Процес проводять з температурними паузами, основна з яких — 60–68 °C протягом близько години. Важливим є контроль рН сусла в межах 5–6. Після завершення осахарювання температуру піднімають для інактивації ферментів.

Лаутеринг і спаринг

Мета етапу - відокремлення солодкого сусла від зернових відходів. Суміш перекачують у лаутер-тун, де проводять промивання теплою водою (спаринг). Надмірне промивання може призвести до розбавлення сусла та підвищення рН вище 6, що викликає екстракцію таніну. Процес зупиняють при досягненні певної концентрації цукру або критичного рівня рН («останні стоки»).

Кип'ятіння сусла

Кип'ятіння триває 30-90 хвилин і виконує кілька функцій: стерилізацію, ізомеризацію α -кислот хмелю, випаровування небажаних речовин, утворення кольору та аромату (реакція Майяра). Хміль додають у кілька етапів: раннє внесення дає гіркоту, пізніше - аромат. Після кип'ятіння створюють вир (whirlpool) для осідання часток. Під час кип'ятіння утворюється диметилсульфід (ДМС), який може давати кукурудзяний присмак.

Охолодження сусла

Сусло швидко охолоджують до температури, придатної для внесення дріжджів.

Ферментація

Охолоджене сусло перекачують у ферментер і додають дріжджі. Розрізняють дріжджі верхнього (10-25°C) та нижнього (5-10°C) бродіння. Тривалість ферментації становить 2-14 днів для елів і значно довше для

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						35
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

лагерів. Під час процесу утворюються етанол, CO₂ та побічні метаболіти, які формують смак і аромат пива. Температуру строго контролюють.

Дозрівання (лагерування)

Після основного бродіння пиво витримують при 0-5 °C від кількох днів до кількох місяців (для лагерів - до 9 місяців). На цьому етапі відбувається дозрівання смаку, зниження вмісту діацетилу, ацетальдегіду та інших небажаних сполук, а також природна карбонізація.

Стабільність пива

Пиво має відносно низьку стабільність після розливу. Основні види стабільності:

- Мікробіологічна;
- Смакова (чутлива до кисню);
- Фізична (колоїдна);
- Світлова (захист від MBT - «скупсового» присмаку);
- Стійкість піни.

Високогравітаційне пивоваріння

Сучасна технологія, при якій варять концентроване сусло, а розбавлення водою проводять після ферментації. Це дозволяє збільшити продуктивність без розширення потужностей, зекономити енергію та воду.

Пакетний vs безперервний процес

Традиційно використовують пакетний (batch) процес. Безперервне бродіння складніше в контролі, але дає економічні переваги. Сучасні технології з іммобілізованими дріжджами (наприклад, у каррагінані) дозволяють значно прискорити процес бродіння та дозрівання [61].

Утилізація відходів

Основні відходи - відпрацьоване зерно, дріжджі та CO₂. Зерно та дріжджі використовують як корм для тварин, CO₂ збирають і повторно застосовують у виробництві [60].

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						36
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.2. Традиційні та історичні методи в різних країнах

Мюнхен

Мюнхенське пиво варили методом потрійного відвару. Грубо мелений солод затирали, після чого проводили три відвари з різною тривалістю кип'ятіння (60, 30 та 15 хвилин), поступово підвищуючи температуру пюре до 40°C, 55°C, 67°C та 75°C. Весь процес затирання тривав близько 5 годин.

Хміль додавали під час стікання перших прогонів. Загальне кип'ятіння сусла тривало 2,5-3 години. Ферментація - нижнього бродіння. Після первинного бродіння молоде пиво розливали по бочках, змішуючи кілька партій для стабільності продукту. Лагерування тривало 8-10 місяців. Отримане пиво мало міцність приблизно 6-7,5 % ABV і 35-50 IBU [62].

Аугсбург

Методика в Аугсбурзі суттєво відрізнялася. Солод дрібно подрібнювали. Процес починався з тривалого настоювання (6 годин) з холодним лікером, потім проводили кілька етапів з додаванням гарячого лікеру та коротким кип'ятінням. Закінчувалося затирання при 86 °C.

Сусло кип'ятили 2 години з хмелем. Ферментація - нижнього бродіння. Дозрівання тривало від 2 місяців до 1,5 року. Метод давав вищий вихід екстракту та більш м'яке пиво, але вимагав вищої чистоти виробництва [62].

Прага

Празька методика була подібна до мюнхенської, але використовувався подвійний відвар. Затирання починалося при 46-50°C з тривалою паузою, далі температуру піднімали до 59-63°C, потім до 67-68°C і в кінці - до 84°C.

Хміль використовували повторно. Ферментація проводилася верхнього бродіння при 20-22°C. Дозрівання - 4-6 тижнів в льодових сховищах. Пиво подавали дуже холодним [62].

Відень

У Відні солод спочатку замішували холодною водою і настоювали 2-4 години. Процес включав кілька відварів тонкого сусла з кип'ятінням і поверненням у пюре, що призводило до температур 40°C, 57°C, 72°C та 82°C.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						37
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальне кип'ятіння з хмелем тривало довго. Ферментація відбувалася при високій температурі (~30°C). Молоде пиво швидко відправляли на розлив до митарів уже через 3 дні. Метод був досить незвичним за сучасними стандартами [62].

Берлін (Berliner Weisse)

Berliner Weisse варили з суміші пшеничного (переважно) та ячмінного солоду. Використовували метод часткового відвару. Хміль додавали безпосередньо під час затирання (без тривалого кип'ятіння сусла).

Процес лаутерування був дуже повільним (до 7 годин) для отримання прозорого сусла. Ферментація - верхнього бродіння. Пиво швидко відправляли на розлив до митарів і споживали через 14 днів. Такий підхід дозволяв контролювати низький рівень гіркоти [62].

1.4.3. Схема технології виробництва пива

Схема технології виробництва пива наведено в Додатку А та Б [63].

1. Помел (Milling)

Подрібнення солоду (і іноді несолоджених злаків) на валковій дробарці. Метою є розкриття зерна без сильного подрібнення лушпиння. Лушпиння надалі виконує роль фільтруючого шару під час відділення сусла. Занадто дрібний помел ускладнює фільтрацію, а надто грубий - знижує вихід екстракту. Помел проводять безпосередньо перед затиранням, часто з попереднім зволоженням солоду (wet milling) для зменшення окислення.

2. Затирання (Mashing)

Подрібнений солод змішують з пивоварною водою (іноді з додаванням несолоджених злаків - рис, кукурудза, пшениця) у заторному чані. Це ключовий етап, під час якого ферменти солоду (α -амілаза, β -амілаза, протеази тощо) активуються і розщеплюють крохмаль на мальтозу, глюкозу, мальтотріозу та декстрини.

Температурний режим зазвичай багатоступеневий:
- 45-55°C - протеолітичний спокій (розщеплення білків);

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						38
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- 62-68°C - основний цукроутворювальний спокій (β -амілаза);
- 70-72°C - мальтозний спокій (α -амілаза);
- 76-78°C - mash-out (зупинка ферментативної активності).

Тривалість - 60-120 хвилин. Від режиму затирання залежить ступінь зброджуваності сусла, солодкість/сухість пива, тіло та піностійкість.

3. Відділення сусла (Lautering / Wort Separation)

Затор перекачують у фільтраційний чан (lauter tun) або використовують сучасні системи mash filter. Відбувається розділення рідкої фази (сусло) від нерозчинної дробини (spent grain / дрібна дробина).

Процес включає:

- Рекіркуляцію (повернення першого мутного сусла назад);
- Промивання дробини гарячою водою (sparging) для максимального вилучення цукрів.
- Дробину використовують як корм для худоби.

4. Кип'ятіння сусла (Wort Boiling)

Сусло кип'ятять у сусловарочному котлі 60-120 хвилин з додаванням хмелю (у кілька прийомів) та іноді цукрових сиропів.

Під час кип'ятіння відбувається:

- Стерилізація сусла;
- Ізомеризація α -кислот хмелю (утворення ізо- α -кислот - джерело гіркоти);
- Коагуляція білків і поліфенолів (утворення «гарячого осаду» - hot break);
- Видалення летких сполук (наприклад, DMS - диметилсульфіду, який дає запах вареної кукурудзи/капусти);
- Концентрація сусла (випаровування 5-10% води).
- Хміль, доданий на початку, дає гіркоту; у середині та наприкінці -аромат і смак.

5. Освітлення сусла (Whirlpool / Clarification)

Після кип'ятіння сусло закручують у вихровому чані (whirlpool). Під дією центробіжної сили осад (хмелева дробина та білковий осад) збирається в центрі. Це дозволяє отримати більш чисте гаряче сусло.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						39
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Охолодження та аерація сусла (Cooling and Aeration)

Гаряче сусло швидко охолоджують у пластинчастому або трубчастому теплообміннику до температури бродіння (5-12°C для лагерів, 15-25°C для елів). Одночасно проводять аерацію (насичення киснем) - дріжджам потрібен кисень для синтезу стеролів і розмноження на початковій фазі.

7. Первинне бродіння (Primary Fermentation)

До охолодженого сусла додають чисту культуру дріжджів (pitching). Дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae* для елів або *Saccharomyces pastorianus* для лагерів) перетворюють цукри на етиловий спирт, CO₂ та побічні метаболіти (естери, вищі спирти, діацетил тощо), які формують аромат і смак.

Тривалість первинного бродіння - 3-10 днів залежно від температури та штаму дріжджів. Утворюється «зелене» (молоде) пиво.

8. Дозрівання та кондиціонування (Maturation / Conditioning / Lagering)

Молоде пиво охолоджують до 0...-2°C і витримують від кількох тижнів до кількох місяців.

Під час дозрівання:

- Доброджують залишки цукрів;
- Дріжджі осідають;
- Відбувається редукція діацетилю (масляний присмак);
- Стабілізується колоїдна система;
- Формується тонкий, збалансований смак і аромат.

9. Фільтрація пива (Filtration)

Пиво фільтрують для видалення залишкових дріжджів, білків і холодного осаду (холодне сусло тут, ймовірно, означає холодний осад - cold break / chill haze). Використовують кізельгурові, діатомітові або мембранні фільтри. Для «живого» нефільтрованого пива цей етап пропускають або проводять грубу фільтрацію.

10. Стабілізація пива (Stabilization)

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						40
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Біологічна (видалення дріжджів) та колоїдна стабілізація (добавки типу PVPP, силікагелю для зв'язування поліфенолів і білків) для запобігання помутнінню під час зберігання.

11. Упаковка пива (Packaging)

Готове пиво карбонізують (насичують CO₂), а потім розливають у кеги, скляні/ПЕТ-пляшки або банки в асептичних або ізобаричних умовах. Може проводитись пастеризація або стерильна фільтрація.

1.4.4. Технологічні параметри :

1. Помел (Milling)

- Ступінь подрібнення: грубий помел з збереженням лушпиння (husks).
- Вологість солоду перед помелом: 4-6% (сухий).
- Час: безпосередньо перед затиранням (щоб уникнути окислення).

2. Затирання (Mashing)

Це один з найважливіших етапів, де формуються цукри та тіло пива.

Типові температурні паузи (багатоступеневий режим для лагерів):

- Протеолітична пауза (розщеплення білків): 45-55°C, 10-20 хв (не завжди використовують при сучасних модифікованих солодах).
- Основна цукроутворювальна пауза (β-амілаза - мальтоза): 62-65°C, 20-40 хв (вища зброджуваність → сухіше пиво).
- Пауза α-амілази (декстрини): 68-72°C, 15-30 хв (більше тіла та солодкості).
- Mash-out (зупинка ферментів): 76-78°C, 5-10 хв.

Інші параметри:

- Співвідношення води: солод (thickness): 3-4 л води на 1 кг солоду.
- рН затору: оптимально 5,2-5,6 (найкраще 5,3-5,5 при кімнатній температурі). Впливає на вихід екстракту, ферментативну активність і вилучення таніну.
- Тривалість: 60-120 хвилин.
- Для елів - частіше одно - або двоступеневий режим при 65-68°C.

3. Відділення сусла (Lautering)

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						41
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температура промивної води (sparging): 75-78°C (не вище 80°C, щоб не вилучити таніни).

- pH промивної води: < 6,0 (бажано).

- Час: 1,5-3 години залежно від обладнання (модерні mash filter - швидше).

4. Кип'ятіння сусла (Wort Boiling)

- Тривалість: 60-90 хвилин (для легких лагерів - до 120 хв для кращого видалення DMS).

- Інтенсивність кипіння: сильне (випаровування 5-10% об'єму).

- pH перед кип'ятінням: ~5,4-5,8; в кінці кип'ятіння бажано 5,0-5,2.

Додавання хмелю:

- Гіркота: на початку кип'ятіння (60-90 хв).

- Аромат: за 5-15 хв до кінця або після кип'ятіння (whirlpool).

- Температура: 100-103°C (залежно від висоти над рівнем моря).

5. Освітлення сусла (Whirlpool / Clarification)

- Температура: близька до кипіння (95-100°C).

- Час відстоювання: 15-30 хвилин (центробіжне осадження хмелевої дробини та hot break).

6. Охолодження та аерація сусла (Cooling and Aeration)

- Охолодження: від ~100°C до температури бродіння за 20-60 хвилин (пластинчастий теплообмінник).

- Кінцева температура:

- Лагери: 8-12°C (іноді 5-10°C).

- Елі: 15-22°C.

- Аерація (насичення киснем): 8-12 ppm розчиненого O₂ (для лагерів часто 8-10 ppm).

- pH після охолодження: близько 5,0-5,3.

7. Первинне бродіння (Primary Fermentation)

- Температура:

- Лагери: 8-14°C (оптимально 9-12°C).

- Елі: 15-25°C (для багатьох стилів 18-22°C).

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						42
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Тривалість: 5-10 днів (лагери довше через нижчу температуру).
- Норма внесення дріжджів (pitching rate): 0,75-1,5 млн клітин/мл/°P (для лагерів зазвичай вище - 1,0-1,5).
- pH в кінці: падає до 4,2-4,6.

8. Дозрівання та кондиціонування (Maturation / Lagering)

- Температура: 0...-2°C (іноді до -1°C).
- Тривалість:
- Лагери: 2-8 тижнів (класичні - 4-12 тижнів).
- Елі: 1-3 тижні (або менше).
- Diacetyl rest (для лагерів): короткочасне підвищення до 14-16°C на 1-2 дні для редукції діацетилу.

Мета: осадження дріжджів, редукція сірчистих сполук, формування смаку.

9-10. Фільтрація та стабілізація

- Температура фільтрації: близько 0°C (холодна фільтрація).
- pH готового пива: 4,1-4,6 (лагери зазвичай 4,2-4,5).
- Стабілізація: колоїдна (PVPP, силікагель) та біологічна (видалення дріжджів).

11. Упаковка

- Карбонізація: 2,4- 2,8 об'ємів CO₂ для лагерів.
- Температура розливу: 0-2°C.
- Пастеризація (для промислового пива): 60-72°C протягом кількох секунд.

Важливі загальні параметри

- Екстрактивність початкового сусла (OG): 10-12°P для легкого пива, 12-18°P для міцнішого.
- Ступінь зброджуваності: 75-85% для лагерів.
- Вміст алкоголю: 4-6% для більшості лагерів.

Відмінності лагер vs ель (основні):

- Температура бродіння: лагер значно нижча → чистіший смак, менше естерів.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						43
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Час дозрівання: лагери потребують набагато довшого лагерування.
- Дріжджі: *Saccharomyces pastorianus* (лагер, низове бродіння) vs *Saccharomyces cerevisiae* (ель, верхове).

1.5. Основне обладнання та принцип роботи

1. Солодовий млин

Перший етап пивоваріння розпочинається з подрібнення зерна. Для цього використовується солодовий млин, який готує зерно до подальших технологічних процесів. Подрібнене зерно відіграє ключову роль у пивоварінні, оскільки дозволяє ефективніше змішувати компоненти і максимізувати вилучення цукрів із сусла під час бродіння [64].

2. Маш Тун (заторний)

У цьому процесі подрібнені зерна змішують із гарячою водою, щоб розпочати перетворення крохмалю на цукор. Особливості конструкції обладнання сприяють рівномірному розподілу температури, що є ключовим фактором для підтримання ферментативної активності [65].

3. Лаутер Тун (фільтр - чан)

У цьому процесі солодка рідина, відома як сусло, відокремлюється від використаного зерна. Важливість ефективного лаутерування полягає в тому, щоб забезпечити максимальний вихід екстракту та уникнути появи небажаних присмаків [65].

4. Теплообмінник

Теплообмінник виконує дві ключові функції - нагрів і охолодження сусла, що є критично важливим для отримання якісного пива та мінімізації ризику його забруднення. Найбільш поширеним типом теплообмінника є пластинчастий. Він працює за принципом передачі тепла через серію пластин: з одного боку циркулює гаряча рідина, яка нагріває сусло до необхідної температури, включно з доведенням його до кипіння, а на іншому боці

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						44
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується холодна рідина для швидкого охолодження суслу перед початком процесу бродіння [64].

5. Brew Kettle (сусло - варочний)

У цьому обладнанні сусло піддають кип'ятінню з додаванням хмелю, що надає йому характерної гіркоти та аромату. Такий процес не лише збагачує смакові властивості, а й служить для стерилізації сусла та видалення небажаних летких сполук [65].

6. Whirlpool (вірпул)

Ця установка виконує функцію відокремлення відпрацьованого хмелю та інших твердих частинок із сусла. Завдяки цьому відбувається очищення, яке сприяє отриманню більш прозорого та якісного кінцевого продукту [65].

7. Гідрометр і рефрактометр

Слугують інструментами для визначення кількості цукру в рідині, наприклад, у пивному суслі. Гідрометр варто використовувати на старті та наприкінці процесу бродіння, щоб контролювати рівень цукру, розраховувати вміст алкоголю й оцінювати ефективність роботи дріжджів. Це має велике значення, адже дає змогу аналізувати успіх кожного бродіння, а також вносити корективи для покращення результатів у майбутньому.

Рефрактометр виконує аналогічну функцію - вимірює вміст цукру в суслі для оцінки продуктивності бродіння та дріжджів. Його основна перевага полягає в тому, що для аналізу потрібен зовсім невеликий об'єм рідини, що є досить зручним [64].

Втім, використання рефрактометра вимагає дещо більшої точності. По-перше, інструмент потрібно відкалібрувати перед використанням за допомогою дистильованої води, і це може зайняти кілька спроб для досягнення необхідної точності. По-друге, більшість рефрактометрів видають результати у шкалі Брикса (Brix), які слід конвертувати у показники густини чи шкали Плато, що може бути доволі непростим завданням.

Незалежно від вибору між гідрометром та рефрактометром, обидва інструменти є важливими для вимірювання ключових параметрів бродіння.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						45
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Вони допомагають стежити за перетворенням цукрів на етанол і загалом оцінювати ефективність роботи дріжджових культур [64].

8. Циліндроконічні танки

Вирізняються своєю універсальністю та легкістю в очищенні, завдяки чому вони здобули широке застосування. Конічна форма дна сприяє ефективному збору дріжджів і видаленню осаду [65].

9. Горизонтальні танки

Ідеально підходять для процесу лагерування. Вони забезпечують стабільний контроль температури, а завдяки збільшеній площі поверхні створюють сприятливі умови для повільного та контрольованого бродіння, що є основною вимогою для лагера [65].

10. Фільтрація діатомової землі

Цей метод використовує дрібний порошок для захоплення частинок. Це економічно ефективний метод досягнення високої чіткості [65].

11. Мембранна фільтрація (сепаратор)

Вдосконалена техніка забезпечує точну фільтрацію. Це дозволяє видаляти дуже дрібні частинки, забезпечуючи полірований кінцевий продукт [65].

12. Лінії розливу

Для наповнення та укупорки пляшок. Сучасні лінії розливу високо автоматизовані, забезпечуючи послідовний рівень наповнення та мінімізуючи підбір кисню [65].

13. Лінії консервування

Для наповнення та герметизації банок. Лінії консервування стають все більш популярними завдяки перевагам банок з точки зору терміну зберігання та портативності [65].

14. Системи кегінгу

Для наповнення кегів для розливного пива. Системи для кегінгу призначені для ефективного наповнення та очищення, підтримуючи якість розливного пива [65].

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						46
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6. Контроль якості світлого пива

Основні показники світлого пива наведені в таблиці 6.

Таблиця 6 - Органолептичні показники пива [66,67,68,69]

Назва показника	Характеристика показника для світлого пива	Метод випробування
1	2	3
Зовнішній вигляд	Прозора (або слабко опалесцентна) рідина світло - золотавого/солон'яного кольору. Стійка піна	Під час оцінювання зовнішнього оформлення пляшок із продукцією візуально перевіряють правильність наклеювання етикетки, контретикетки, кольєретки (фольги, полімерної етикетки), чіткість і правильність маркування, а також чистоту пляшки. Під час оцінювання металевих банок візуально перевіряють відсутність деформувань, цілісність ключа для відкривання, чіткість нанесення маркування та чистоту зовнішньої поверхні банки. Зовнішній вигляд пива, фасованого в пляшки, визначають візуально на відповідність вимогам нормативних документів на готову продукцію. Прозорість пива визначають, розглядаючи закупорені пляшки з пивом у прохідному світлі, перевертаючи їх при цьому. Визначають також відсутність помутніння та сторонніх включень. Зовнішній вигляд та прозорість пива, фасованого в металеві банки та бочки (кеп), визначають у склянці, в яку його попередньо переливають і розглядають у прохідному світлі.

1	2	3
Аромат	Солодовий, легкі хмелеві тони	Порядок проведення випробування: Підготовка проби Відбирання проб - згідно з ДСТУ 4853. Засоби та допоміжні пристрої Термометр з діапазоном вимірювання температури від 0°C до 50°C і ціною поділки шкали 1,0 °C - згідно із чинним нормативним документом. Келих дегустаційний - згідно із чинним нормативним документом. Водяна баня - згідно із чинним нормативним документом. Склянка В-1-400 ТС - згідно із чинним нормативним документом.
Смак	Солодкий присмак, м'яка солодовість, легка хмелева гіркота в післясмаку. Гармонійний, без сторонніх	Дозволено використовувати інші засоби вимірювальної техніки, випробувальне та допоміжне обладнання з метрологічними та технічними характеристиками не нижчими, ніж зазначені, а також матеріали за якістю не гіршою, ніж зазначено. Готування до випробування Перед визначенням смаку й аромату пиво витримують у водяній бані за температури (10 +/- 2)°C упродовж однієї години або в інший спосіб за умови дотримання цієї температури. Аромат і смак пива визначають органолептично, одразу після наливу проби за температури (10 + 2) C у дегустаційний келих. Оцінюють відповідність аромату і смаку вимогам нормативного документа для певного сорту пива.
Колір (ЕВС)	8 - 15	Дві склянки місткістю по 100 см³ поміщають у двокамерний компаратор, що має матове скло замість задньої стінки, а в передній стінці два однакових прямокутних отвори, розташованих на рівні половини висоти склянок. Компаратор установлюють напроти джерела світла (денне світло чи люмінесцентна лампа) на рівні ока спостерігача так, щоб задню стінку було повернуто до джерела світла. Циліндром відмірюють 100 см³ пива й наливають в одну

1	2	3
		склянку, а в іншу склянку - 100 см³ дистильованої води. У склянку зі здистильованою водою з бюретки доливають, перемішуючи скляною паличкою, розчин йоду, доки колір розчину, що утворюється, не стане однаковим з кольором пива в іншій склянці. Кількість витраченого розчину йоду фіксують. Колір пива К у кубічних сантиметрах розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм³ на 100 см³ води обчислюють за формулою: $K = V * k,$ де V - об'єм розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм³, доданий до 100 см³ води до збігу кольору розчину з кольором пива, см³. k - коефіцієнт розведення. Для світлого пива k = 1, для напівтемного пива k = 3, для темного пива k = 7. Обчислюють до другого десяткового знака. За кінцевий результат випробування беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень і округлюють до першого десяткового знака.
Масова частка спирту (% об.)	4,0 - 5,5 (типово приблизно 4,5 - 5,0)	Порядок проведення випробування: Підготовка проби Відбір проб - згідно з ДСТУ 4853. Знегазувати пиво (видалити CO₂) шляхом струшування або ультразвукової обробки. Дистиляція Відміряти точний об'єм пива (зазвичай 100 мл або 200 мл). Помістити в перегінну колбу, додати антиспінювач (кізельгур). Провести перегонку до отримання майже всього спирту в дистиляті. Довести об'єм дистиляту до початкового об'єму дистильованою водою при температурі +20°C. Вимірювання густини Визначити відносну густину дистиляту пікнометром при +20°C (найточніший спосіб). Допускається використання ареометра або сучасних

1	2	3
		автоматичних аналізаторів (наприклад, Anton Paar). Розрахунок За таблицями залежності густини від вмісту спирту (додаток до ДСТУ 7104) знаходять масову частку спирту (M_c, %). Об'ємну частку спирту (% об.) розраховують за формулою: $V_c = \frac{M_c * d_{20}^{20}}{0,79067}$ де: M_c - масова частка спирту, %; d_{20}^{20} - відносна густина дистилату при 20°C; 0,79067 - відносна густина безводного етанолу при 20°C.
Масова частка екстрактивних речовин у початковому суслі (°P)	10 - 13	Відбір та підготовка проби Відбір проб пива - згідно з ДСТУ 4853. Знегазувати пробу (видалити CO₂). Визначення масової частки спирту (M_c) Дистиляційний метод (перегонка), як описано в попередній відповіді (ДСТУ 7104). Визначення дійсного екстракту (ДЕ) Після перегонки спирту в перегінній колбі залишається безалкогольний залишок (деалкоголізоване пиво). Визначають відносну густину цього залишку пікнометром при +20°C. За таблицями (або формулами) ДСТУ 7104 знаходять масову частку дійсного екстракту в г/100 г (%). Розрахунок масової частки сухих речовин у початковому суслі (m_{пс} або °P) Використовується формула (Ballling formula, адаптована): $m_{пс} = \frac{ДЕ + (2,0665 * M_c)}{1 - 0,010665 * M_c} \text{ (у \% мас. або } ^\circ P \text{)}$ Де: ДЕ - дійсний екстракт готового пива, %; M_c - масова частка спирту, %.

1	2	3
Кислот- ність (мл 1н NaOH на 100 мл)	1,8 - 3,5	Циліндром відмірюють від 150 см³ до 200 см³ пива і вносять у конічну колбу місткістю 500 см³, закривають пробкою з одним отвором, через який пропущено тонку трубку для виходу діоксиду вуглецю. Колбу з пивом закріплюють в апараті для струшування і струшують від 20 хв до 30 хв. Дозволено струшувати колбу вручну. При цьому колбу з пивом струшують, закривши долонею, періодично відкриваючи її, доки не припиниться відчуття тиску зсередини. Перед випробовуванням, для повного видалення діоксиду вуглецю, циліндром відмірюють 50 см³ пива, вносять у конічну колбу або склянку місткістю 100 см³, нагрівають на електричній плитці до температури 40°C і витримують за цієї температури 30 хв, періодично збовтуючи. Потім пиво охолоджують до температури (20,0 + 1,0)°C. Випробування. 10 см³ пива, підготовленого, відмірюють піпеткою і вносять у конічну колбу місткістю 100 см³, додають 40 см³ здистильованої води та 3 або 4 краплі фенолфталеїну. Уміст колби титрують із бюретки розчином гідроксиду натрію до появи слабкого рожевого кольору, який не зникає протягом 30 с. Якщо колір зникає раніше, процес титрування продовжують до стійкого слабкого рожевого кольору. Опрацьовування результатів Кислотність пива X, у сантиметрах кубічних розчину гідроксиду натрію молярною концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ пива, розраховують за формулою: $X = V * K_1 * K_2.$ де V - об'єм розчину гідроксиду натрію молярною концентрацією с (NaOH) = 0,1 моль/дм³, витрачений на титрування, см³; K₁ - коефіцієнт поправки розчину гідроксиду натрію, який визначають згідно з ГОСТ 25794 1; K₂ - коефіцієнт розведення. Для темного пива K₂ = 7; для

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		51

1	2	3
		напівтемного $K_2 = 3$; для світлого пива $K_2 = 1$. За кінцевий результат випробування беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних визначань і зводять його до першого десяткового знака.
Стійкість піни (хв)	$\geq 3 - 4$	Дві пляшки пива в день розливу (фасування) ставлять у шафу-термостат або термостатну кімнату з температурою $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ і спостерігають візуально за появою помутніння чи осаду з періодичністю, установленю виробником залежно від строку придатності готової продукції. Стійкість пива визначають з моменту виникнення помутніння по всьому об'єму пива в пляшці чи пластівчастого осаду, що дає помутніння під час обережного перекидання пляшки донизу горловиною. Стійкість пива кегах визначають відповідно до схеми відбору, установленю виробником, відбиранням пива в стерильних умовах у герметично закритий стерильний посуд. Стійкість пива в металевих банках визначають за температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ відкриттям банки й перенесенням пива в колбу або циліндр відповідно до схеми відбору, установленю виробником. Кількість відібраних металевих банок визначає виробник залежно від строку придатності готової продукції. Стійкість нефільтрованого пива визначають за зміненням органолептичних показників від установлених для конкретного сорту та наростанням кислотності до гранично допустимих значень. Стійкість темного пива визначають за зміненням органолептичних показників від установлених для конкретного сорту пива та часом появи помутніння. Опрацювання результатів Стійкість пива визначають кількістю діб, місяців або років, що минули з часу розливу до появи помутніння чи осаду.

1	2	3
Масова частка діоксиду вуглецю	0,35 - 0,55%	Пляшку чи банку з пивом закріплюють в апараті Ш4-ВУЛ для визначання тиску. Руками притискають до траверси підпружинені важелі та піднімають траверсу в граничне верхнє положення. Пляшку чи банку металеву ставлять на основу, банку денцем догори, а пляшку установлюють горловиною в паз кронштейна, який затискачами закріплюють на такому рівні, щоб пляшка перебувала в підвішеному стані, а відстань між дном пляшки та основою була від 2 мм до 3 мм. Потім натискають важелі, опускають траверсу на пляшку чи банку і тиснуть на неї так, щоб голка проколола пробку чи денце банки та увійшла всередину. При цьому ущільнювач стискається та герметизує пляшку чи банку, а газ, який перебував у них, надійде до манометра. Для забезпечення безпеки пляшки з пивом уміщують у мішок зі щільної тканини. Швидким поворотом голкового вентиля проти годинникової стрілки спускають тиск до показу «0», після чого вентиль негайно закривають. Апарат із затиснутою в ньому пляшкою чи банкою струшують, доки припиниться рух стрілки манометра. Переконавшись у герметичності системи (якщо система герметична, покази манометра впродовж двох хвилин лишаються незмінними, відмічають покази манометра. Після вимірювання тиску відкривають голковий вентиль і скидають тиск пляшці чи банці. Притискають важелі, піднімають траверсу у верхнє положення, пляшку чи банку виймають, відкривають і термометром замірюють температуру пива. Опрацювання результатів Масову частку діоксиду вуглецю в пиві залежно від величини виміряного тиску й температури визначають відповідно до додатка Е. За кінцевий результат випробування беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень та

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		53

1	2	3
		округлюють до другого десяткового знака.
IBU (гіркота)	10 - 25	Підготовка проби Відбір проб - згідно з ДСТУ 4853. Знегазувати пиво (видалити CO₂). Довести температуру проби до кімнатної (+20 ± 2°C). Екстракція Відміряти точний об'єм пива (зазвичай 10 мл). Додати соляну кислоту (HCl) для підкислення. Додати ізооктан (2,2,4-триметилпентан). Інтенсивно струшувати (або використовувати механічний шейкер) протягом кількох хвилин для екстракції гірких речовин. Центрифугувати для чіткого розділення фаз (ізооктанова фаза - зверху). Вимірювання Відібрати верхній (ізооктановий) шар. Виміряти абсорбцію (оптичну густину) на спектрофотометрі при $\lambda = 275$ нм проти чистого ізооктану (бланк). Розрахунок $IBU = A_{275} * 50$ Де A_{275} - значення абсорбції при 275 нм

1.7. Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів

1.7.1. Основна сировина

1. Вода питна

Призначення: ключовий компонент (90-92 % сформованого пива), який виконує функцію розчинника і слугує середовищем для ферментативних процесів.

Нормативний документ: ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Перед використанням

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						54
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

вода для пивоваріння додатково коригується за такими характеристиками, як жорсткість, рН і склад іонів.

Правила приймання: Для кожної нової свердловини чи джерела води обов'язково має бути оформлений висновок санітарно-епідеміологічної експертизи. Проводиться регулярний лабораторний контроль із частотою щонайменше раз на місяць або частіше .

2. Солод пивоварний ячмінний (світлий)

Призначення: Використовується як основне джерело екстрактивних речовин, ферментів, цукрів та ароматичних сполук, які відіграють ключову роль у процесі пивоваріння.

Нормативна база: Виробництво регулюється стандартами ДСТУ 4282:2018 або ДСТУ 4282:2004 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови».

Правила приймання: Кожна партія продукту повинна супроводжуватися сертифікатом якості виробника та свідоцтвами, що підтверджують безпечність за показниками вмісту пестицидів, мікотоксинів, токсичних елементів і радіонуклідів. Перед використанням обов'язковим є проведення вхідного контролю, що включає перевірку органолептичних властивостей, вологості та екстрактивності .

3. Хміль (шишки або гранули)

Призначення: використовується як джерело гіркоти (ізо- α -кислот), забезпечує аромат і володіє антисептичними властивостями.

Нормативна документація: ДСТУ 7067:2009 «Хміль. Технічні умови» для шишок, ДСТУ 7028 для гранул.

Правила приймання: наявність сертифіката якості із зазначенням рівня α -кислот та ефірних олій, а також проведення візуального огляду на відсутність плісняви та сторонніх запахів [10].

4. Пивні дріжджі (низового бродіння - *Saccharomyces pastorianus*)

Призначення: перетворення цукрів у спирт і вуглекислий газ (CO_2).

Норматив: Відповідність чинним нормативним документам із наявним позитивним висновком санітарно-епідеміологічної експертизи.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						55
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7.2. Допоміжні матеріали:

- Цукор білий або глюкозно-фруктозний сироп (ДСТУ 4623).
- Діоксид вуглецю (ДСТУ 4817).
- Ферментні препарати, стабілізатори, мийні засоби (з дозволом для харчового виробництва).

Органолептичні та фізико-хімічні показники основної сировини

Таблиця 7 - Солод пивоварний ячмінний світлий (ДСТУ 4282)

Назва показника	Характеристика показника	Метод випробування
1	2	3
Зовнішній вигляд	Однорідні зерна, сухі, без плісняви	Органолептично
Колір	Світло - жовтий	Візуально/колориметр
Вологість, %, не більше	6,0	Висушування
Екстрактивність, % СВ, не менше	78 - 82	Конгресне затирання
Розчинність, %, не менше	75 - 80	Стандартний метод
Число Кольбаха, %	35 - 45	Розрахунковий

Таблиця 8 - Хміль (шишки/гранули)

Назва показника	Характеристика показника	Метод випробування
1	2	3
Вміст α -кислот, %	4 - 12 (залежно від сорту)	Титриметричний/HPLC
Ефірні олії, мл/100 г	0,5 - 2,0	Дистиляція
Вологість, %, не більше	10 - 12	Висушування
Зовнішній вигляд	Зеленувато - жовті шишки, без потемніння	Органолептично

Таблиця 9 - Вода питна (технологічна)

Назва показника	Оптимальне значення для пивоваріння	Метод випробування
1	2	3
pH	6,8 - 7,2	Потенціометричний
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	2,0 - 4,0	Титриметричний
Залізо (Fe), мг/дм ³ , не більше	0,1	Фотометричний
Мінеральні солі (Ca, Mg, HCO ₃)	Контрольовані за профілем пива	Стандартні методи

2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт дослідження

Світле пиво Lager зі смаком вишні.

- ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015.
- ДСТУ 7103:2020. Пиво. Методи визначення органолептичних показників. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020.
- ДСТУ 7104:2009. Пиво. Методи визначення масової частки спирту, дійсного екстракту та розрахування сухих речовин у початковому суслі. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009.
- ДСТУ 4853:2007. Пиво. Правила приймання та методи відбору проб. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2007.
- ДСТУ 4282:2018. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. ктів» від 06.12.2018 № 2639-VIII.
- ДСТУ 7067:2009. Хміль. Технічні умови. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009.

2.2. Предмет дослідження

Натуральний фруктовий наповнювач, вишневий нектар, пропонуються як ефективна альтернатива синтетичним ароматизаторам і смакозамінникам у рецептурі світлого пива типу Lager. У рамках дослідження використовувався вишневий нектар торгової марки «Sandora», що слугував основною натуральною добавкою. Нектар виготовляється на базі концентрованого вишневого соку з додаванням цукру та лимонної

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ		
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ		
Розроб.	Дика О.С.						
Перевір.	Філінська А.О						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.	Черваков				УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП		
					Літ. Арк. Аркушів		
					58 120		

кислоти, вирізняючись вираженою ягідною кислинкою, насиченим ароматом вишні та стабільним хімічним складом.

Добавку вводили після завершення процесу бродіння, перед розливом продукції, у концентраціях: 10 %, 20%, 30% та 40 % від загального обсягу пива 200 мл (наведено в рисунку 2.2). Це дозволило визначити оптимальне дозування для створення збалансованого гармонійного поєднання вишневого смаку зі традиційним профілем світлого лагера.

Особливості складу вишневого нектару ТМ «Sandora», зокрема його високий вміст органічних кислот, антоціанів і поліфенольних сполук, позитивно впливають на готовий продукт. Завдяки цьому пиво отримує привабливий рожево-червоний відтінок, насичений аромат і підвищені функціональні властивості.



А Б В Г

Рисунок 2.2 Фотографії зразків пива з додаванням вишневого сиропу: А - 10%; Б - 20%; В - 30%; Г - 40%

2.2.1. Пиво Lager зі смаком вишні 10%, 20%, 30%, 40%

Склад: 200 мл готового світлого пива типу Lager та 20, 40, 60, 80 мл вишневого нектару ТМ «Sandora».

Спосіб приготування: 200 мл охолодженого пива Lager відбирали у стерильну ємність. До нього додаємо 20 мл - 10%, 40 мл - 20%, 60 мл - 30%, 80 мл - 40% вишневого нектару ТМ «Sandora». Отриману суміш ретельно перемішували і залишали настоюватися протягом 24 годин при температурі 4-6°C, щоб досягти оптимальної інтеграції аромату та смакових характеристик.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						59
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Опис напою (10%): Отриманий продукт є пивом Lager з 10% вмістом вишневого нектару. Його відтінок - насичений рожево-червоний середньої інтенсивності. В ароматі вишукано відчувуються ноти стиглої вишні, доповнені легкими ягідними та мигдальними нюансами. Смак напою м'який і гармонійний: легка вишнева кислинка ідеально поєднується з чистим солодовим профілем базового лагера.

Додавання вишневого нектару надало напою свіжості та фруктовій яскравості, підвищивши його привабливість без втрати властивості лагерам легкості та чистоти. Характерними рисами зразка є його помірна солодкість, середня карбонізація і тривалий приємний вишневий післясмак. Використання 10% вишневого нектару забезпечило гармонійний баланс між класичним лагерним стилем і фруктову складовою, що робить цей напій перспективним для подальших досліджень і потенційного промислового виробництва.

Характеристика продукту (20%): Отримане пиво Lager зі смаком вишні (концентрація 20%) вирізняється глибоким рожево-червоним кольором високої інтенсивності. В ароматі домінують насичені, соковиті ноти стиглої вишні з легкими мигдальними акцентами та чіткими ягідними відтінками.

Смак напою яскраво фруктовий із добре відчутною кислинкою вишні, що гармонійно поєднується з помірною солодкістю. Вишневий нектар надає пиву десертного характеру, не втрачаючи водночас легкості та питкості базового лагера. Післясмак тривалий і приємний, з насиченими ягідними нотками. У порівнянні з менш концентрованими зразками, версія з 20% вишневого нектару демонструє значно виразніший колір, аромат і смак вишні. У такій пропорції фруктовий компонент стає домінуючим, що надає напою яскраво фруктового характеру, хоча й дещо зменшує класичність лагерного профілю.

Характеристика (30%): Готовий зразок пива Lager з додаванням 30% вишневого нектару має насичений рубіново-червоний колір високої

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						60
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

інтенсивності. Його аромат виразний, наповнений яскравими нотами стиглої вишні, доповненими ягідними акцентами та легкими відтінками мигдалю.

Смак напою багатий і фруктовий, із відчутною вишневою кислункою та помірною солодкістю. Завдяки нектару, напій набуває десертного характеру, зберігаючи водночас свою питкість. Післясмак тривалий і соковитий, із домінуючими ягідними тонами. При такій концентрації вишня значно переважає над класичним солодовим профілем лагера, надаючи зразку виразного фруктового стилю. Колір, аромат і смак вишні стають провідними характеристиками напою, що може привернути увагу споживачів, які цінують інтенсивні фруктові смаки. Водночас цей підхід відходить від традиційного легкого стилю пива Lager, роблячи його більш незвичайним та унікальним.

Характеристики продукту (40%): Отриманий напій - пиво Lager зі смаком вишні (концентрація 40%) - має насичений рубіново-червоний колір, що нагадує відтінок натурального вишневого соку. Аромат - яскравий і виражений, з домінуючими нотами спілої вишні, легкими ягідними акцентами та мигдальними відтінками.

Смак профіль насичений, виразно фруктовий, із потужною вишневою кислункою, помітною солодкістю та десертним характером. Він перетворює традиційний лагер на повноцінний фруктовий напій. Післясмак тривалий та соковитий, з перевагою ягідних нот. При концентрації 40% вишневий нектар значно домінує над оригінальним солодовим профілем лагера. Хоча напій втрачає традиційну легкість і притаманну лагерну чистоту, він набуває багатого, виразного вишневого смаку й аромату. Такий продукт може бути особливо привабливим для споживачів, які цінують інтенсивні фруктові смаки в напоях.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						61
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

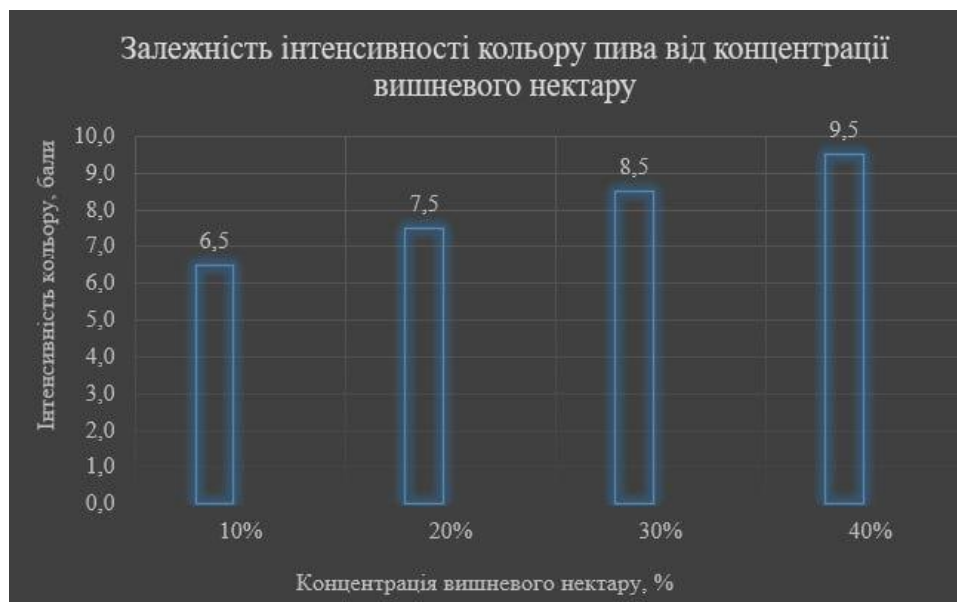


Рисунок 2.2.1 - Залежність інтенсивності кольору пива від концентрації вишневого нектару

2.3. Методи дослідження зразків пива

Аналіз фізико-хімічні характеристики кінцевого продукту:

- Зовнішній вигляд

Метод випробування: Під час оцінювання зовнішнього оформлення пляшок із продукцією візуально перевіряють правильність наклеювання етикетки, контретикетки, кольєретки (фольги, полімерної етикетки), чіткість і правильність маркування, а також чистоту пляшки. Під час оцінювання металевих банок візуально перевіряють відсутність деформувань, цілісність ключа для відкривання, чіткість нанесення маркування та чистоту зовнішньої поверхні банки. Зовнішній вигляд пива, фасованого в пляшки, визначають візуально на відповідність вимогам нормативних документів на готову продукцію. Прозорість пива визначають, розглядаючи закупорені пляшки з пивом у прохідному світлі, перевертаючи їх при цьому. Визначають також відсутність помутніння та сторонніх включень. Зовнішній вигляд та прозорість пива, фасованого в металеві банки та бочки (кег), визначають у

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						62
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

склянці, в яку його попередньо переливають і розглядають у прохідному світлі.



А - 10%

Б - 20%

В - 30%

Г - 30%

Рисунок 2.3.1 - Пиво Lager з різними концентраціями вишневого нектару

Результат:

1. Зовнішній вигляд 10% : насичений персиково-рожево-червоний середньої інтенсивності;
2. Зовнішній вигляд 20%: глибокий рожево-червоний колір високої інтенсивності;
3. Зовнішній вигляд 30%: насичений рубіново-червоний колір високої інтенсивності;
4. Зовнішній вигляд 40%: насичений рубіново-червоний колір, що нагадує відтінок натурального вишневого соку.

- Піна

Метод: Дві пляшки пива в день розливу (фасування) ставлять у шафу-термостат або термостатну кімнату з температурою $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ і спостерігають візуально за появою помутніння чи осаду з періодичністю, установленною виробником залежно від строку придатності готової продукції. Стійкість пива визначають з моменту виникнення помутніння по всьому об'єму пива в пляшці чи пластівчастого осаду, що дає помутніння під час обережного перекидання пляшки донизу горловиною. Стійкість пива кегах визначають відповідно до схеми відбору, установленної виробником, відбиранням пива в стерильних умовах у герметично закритий стерильний посуд. Стійкість пива

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						63
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

в металевих банках визначають за температури $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ відкриттям банки й перенесенням пива в колбу або циліндр відповідно до схеми відбору, установленої виробником. Кількість відібраних металевих банок визначає виробник залежно від строку придатності готової продукції. Стійкість нефільтрованого пива визначають за зміненням органолептичних показників від установлених для конкретного сорту та наростанням кислотності до гранично допустимих значень.



А - 10%

Б - 20%

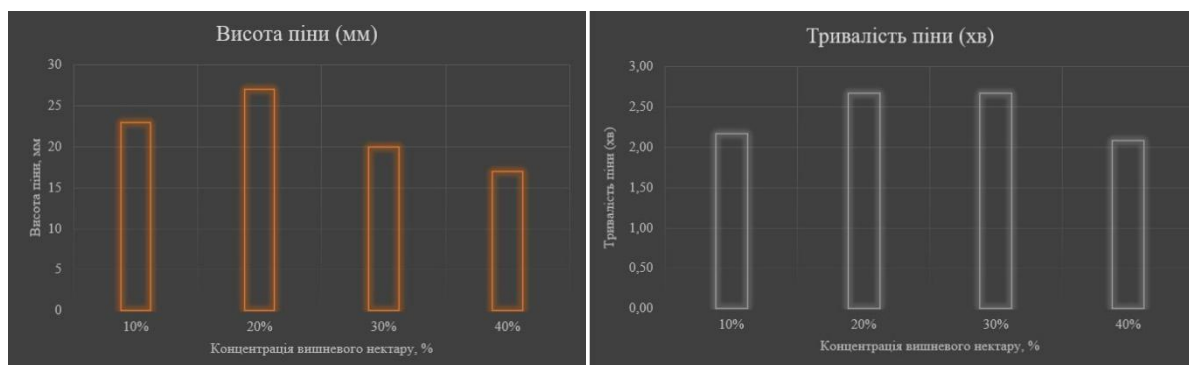
В - 30%

Г - 40%

Рисунок 2.3.2 - Визначення піни та тривалості в різних концентраціях вишневого нектару

Результат:

1. Піна 10%: стійка, висота - 23 мм, тривалість - 2 хвилини 10 секунд;
2. Піна 20%: стійка, висота - 27 мм, тривалість - 2 хвилини 40 секунд;
3. Піна 30%: менш стійка, висота - 20 мм, тривалість - 2 хвилини 40 секунд;
4. Піна 40%: менш стійка, висота - 17 мм, тривалість - 2 хвилини 05 секунд.



Рисинок 2.3.3 -2.3.4 - Висота та тривалість піни від концентрації вишневого нектару

- Аромат та смак

Метод: Готування до випробування

Перед визначенням смаку й аромату пиво витримують у водяній бані за температури $(10 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ упродовж однієї години або в інший спосіб за умови дотримання цієї температури.

Аромат і смак пива визначають органолептично, одразу після наливу проби за температури $(10 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ у дегустаційний келих. Оцінюють відповідність аромату і смаку вимогам нормативного документа для певного сорту пива.

Результат:

1. Аромат та смак 10%: в ароматі вишукано відчуються ноти стиглої вишні, доповнені легкими ягідними та мигдальними нюансами. Смак напою м'який і гармонійний, легка вишнева кислинка ідеально поєднується з чистим солодовим профілем базового лагєру.

2. Аромат та смак 20%: солодовий, домінують насичені, соковиті ноти стиглої вишні з легкими мигдальними акцентами та чіткими ягідними відтінками. Смак солодко-кислий з вишневим післясмаком, м'яка солодовість, легка хмелева гіркота у фініші, гармонійний, без сторонніх присмаків.

3. Аромат та смак 30%: аромат виразний, наповнений яскравими нотами стиглої вишні, доповненими ягідними акцентами та легкими відтінками мигдалю. Смак напою багатий і фруктовий, із відчутною вишневою кислинкою та помірною солодкістю.

4. Аромат та смак 40%: аромат яскравий і виражений, з домінуючими нотами стиглої вишні, легкими ягідними акцентами та мигдальними відтінками. Смак профіль насичений, виразно фруктовий, із потужною вишневою кислинкою, помітною солодкістю та десертним характером.

- Колір

Метод: Дві склянки місткістю по 100 см³ поміщають у двокамерний компаратор, що має матове скло замість задньої стінки, а в передній стінці

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						65
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

два однакових прямокутних отвори, розташованих на рівні половини висоти склянок. Компаратор установлюють напроти джерела світла (денне світло чи люмінесцентна лампа) на рівні ока спостерігача так, щоб задню стінку було повернуто до джерела світла.

Циліндром відмірюють 100 см³ пива й наливають в одну склянку, а в іншу склянку - 100 см³ дистильованої води. У склянку зі здистильованою водою з бюретки доливають, перемішуючи скляною паличкою, розчин йоду, доки колір розчину, що утворюється, не стане однаковим з кольором пива в іншій склянці. Кількість витраченого розчину йоду фіксують.

Колір пива K у кубічних сантиметрах розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм³ на 100 см³ води обчислюють за формулою:

$$K = V * k,$$

де V - об'єм розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм³, доданий до 100 см³ води до збігу кольору розчину з кольором пива, см³.

k - коефіцієнт розведення. Для світлого пива $k=1$, для напівтемного пива $k=3$, для темного пива $k=7$. Обчислюють до другого десяткового знака. За кінцевий результат випробування беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень і округлюють до першого десяткового знака.



А - 10%

Б - 20%

В - 30%

Г - 40%

Рисунок 2.3.5 - Визначення кольору в різних концентраціях вишневого нектару

Результат:

1. Колір 10%: персиково-рожево-червоний

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						66
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Колір 20%: рожево-червоний
3. Колір 30%: рубіново-червоний
4. Колір 40%: рубіново-червоний

Додаткові показники:

- Масовий об'єм спирту (V %об); масова частка спирту (m % об.); масова частка екстрактивних речовин у початковому суслі (сух $^{\circ}P$); густина (щільність) (ρ г/см³); калорії (kcal)

Метод: Аналізатор вмісту алкоголю та екстракту Алекс 500

Підготовка проби: Зразки пива дегазували шляхом інтенсивного струшування з кізельгуром. Проби витримували при кімнатній температурі (20 ± 2 $^{\circ}C$) до повного вирівнювання температури. Перед вимірюванням пробу ретельно перемішували, в колбу відфільтрували.

Хід визначення: Увімкнути аналізатор Alex 500 та провести автокалібрування (прилад виконує його автоматично). За допомогою шлангочки з колби вводиться зразок пива в вимірювальну комірку приладу. Запустити вимірювання (тривалість одного аналізу - близько 3-5 хвилин).

Прилад автоматично визначає:

- Масовий об'єм спирту (V %об)
- Масова частка спирту (m % об.)
- Масова частка екстрактивних речовин у початковому суслі (сух $^{\circ}P$)
- Густина (щільність) (ρ г/см³)
- Калорії (kcal)

Кожний зразок аналізували в трьох паралельних повторностях. І після того як виміряли, знову помити і вимкнути.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						67
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		



А - 10%



Б - 20%



В - 30%



Г - 40%

Рисунок 2.3.6 - Визначення масового об'єму спирту, масової частки спирту, масової частки екстрактивних речовин у початковому суслі, щільності, калорії в різних концентраціях вишневого нектару

Таблиця 10 - Результати по аналізатору вмісту алкоголю та екстракту:

Відсоток соку в пиві	Масовий об'єм спирту (V %об)	Масова частка спирту (m % об.)	Масова частка екстрактивних речовин у початковому суслі (сух °P)	Густина (щільність) (ρ г/см³)	Калорії (kcal)	кДж
1	2	3	4	5	6	7
10%	4,64%	3,60%	13, 36°	1,0168 г/см³	48,53	203,05
20%	4,48%	3,48%	12,73°	1,0153 г/см³	46,11	192,93

1	2	3	4	5	6	7
30%	4,22%	3,27%	12,97°	1,0184 г/см ³	47,06	196,90
40%	3,92%	3,03%	13,19°	1,0215 г/см ³	47,95	200,62

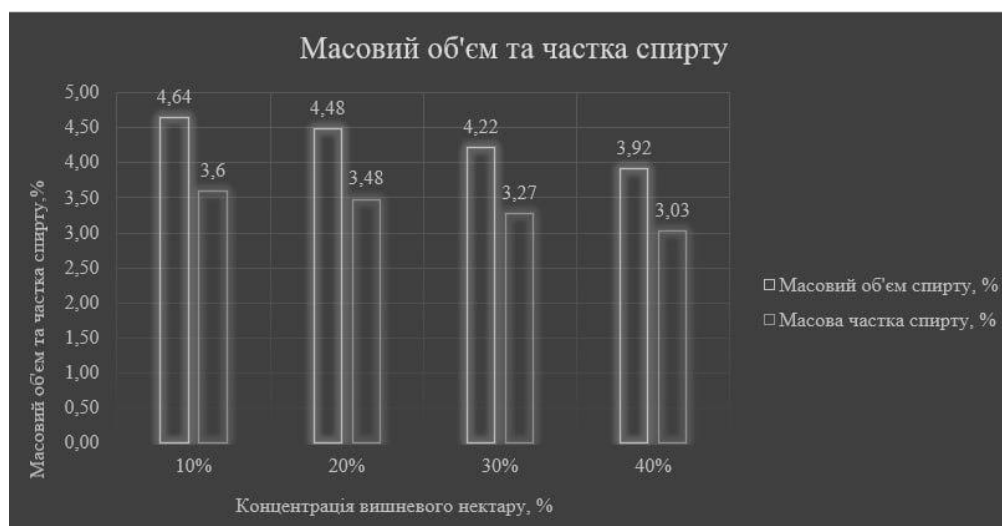


Рисунок 2.3.7 - Масовий об'єм спирту та масова частка спирту в пиві залежно від концентрації вишневого нектару

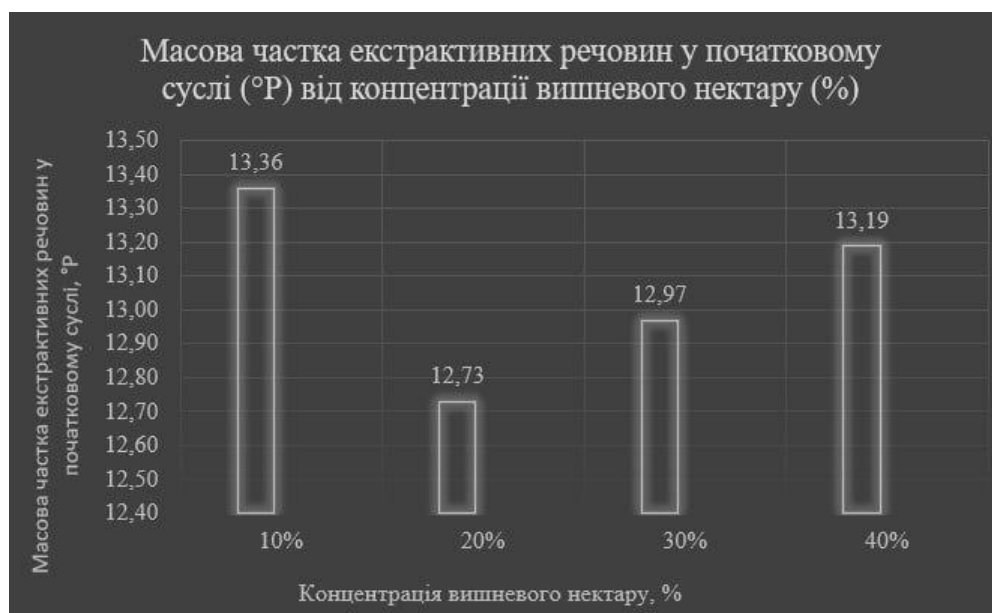


Рисунок 2.3.8 - Масова частка екстрактивних речовин у початковому суслі залежно від концентрації вишневого нектару



Рисунок 2.3.9 - Густина пива залежно від концентрації вишневого нектару

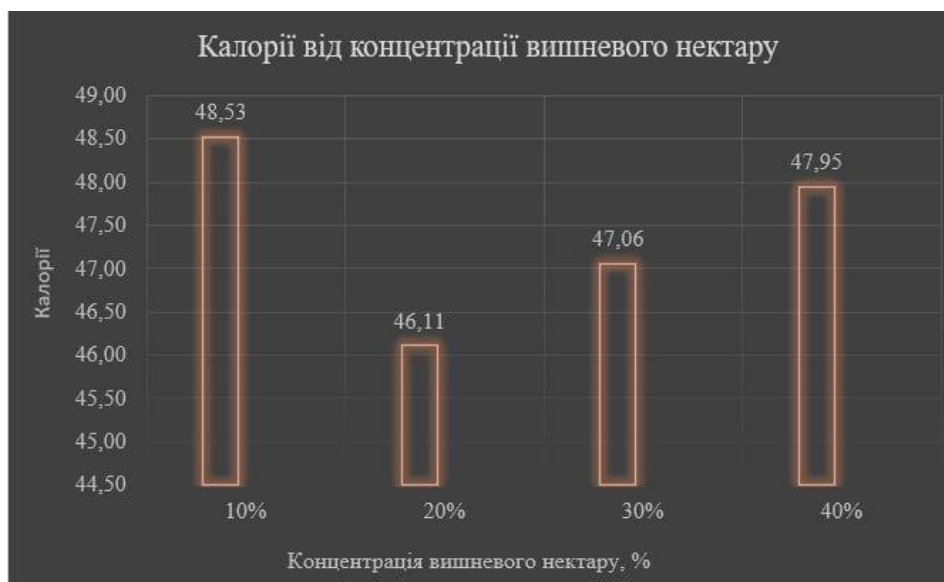


Рисунок 2.3.10 - Калорійність пива залежно від концентрації вишневого нектару

- Кислотність (мл 1н NaOH на 100 мл)

Метод: Циліндром відмірюють від 150 см³ до 200 см³ пива і вносять у конічну колбу місткістю 500 см³, закривають пробкою з одним отвором, через який пропущено тонку трубку для виходу діоксиду вуглецю. Колбу з пивом закріплюють в апараті для струшування і струшують від 20 хв до 30 хв. Дозволено струшувати колбу вручну. При цьому колбу з пивом струшують,

закривши долонею, періодично відкриваючи її, доки не припиниться відчуття тиску зсередини.

Перед випробовуванням, для повного видалення діоксиду вуглецю, циліндром відмірюють 50 см³ пива, вносять у конічну колбу або склянку місткістю 100 см³, нагрівають на електричній плитці до температури 40°C і витримують за цієї температури 30 хв, періодично збовтуючи. Потім пиво охолоджують до температури (20,0 + 1,0)°C.

Випробування: 10 см³ пива, підготовленого, відмірюють піпеткою і вносять у конічну колбу місткістю 100 см³, додають 40 см³ здистильованої води та 3 або 4 краплі фенолфталеїну.

Уміст колби титрують із бюретки розчином гідроксиду натрію до появи слабкого рожевого кольору, який не зникає протягом 30 с. Якщо колір зникає раніше, процес титрування продовжують до стійкого слабкого рожевого кольору.

Опрацювання результатів: Кислотність пива X, у сантиметрах кубічних розчину гідроксиду натрію молярною концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ пива, розраховують за формулою:

$$X = V \cdot k_1 \cdot k_2.$$

де V - об'єм розчину гідроксиду натрію молярною



А - 10%

Б - 20%

В - 30%

Г - 40%

Рисунок 2.3.11 - Визначення кислотності в різних концентраціях вишневого нектару

Результат:

1. Кислотність 10%: 3,0 см³

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						71
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Кислотність 20%: 2,6 см³
3. Кислотність 30%: 2,9 см³
4. Кислотність 40%: 3,2 см³



Рисунок 2.3.12 - Результат по кислотності в різних концентраціях вишневого нектару

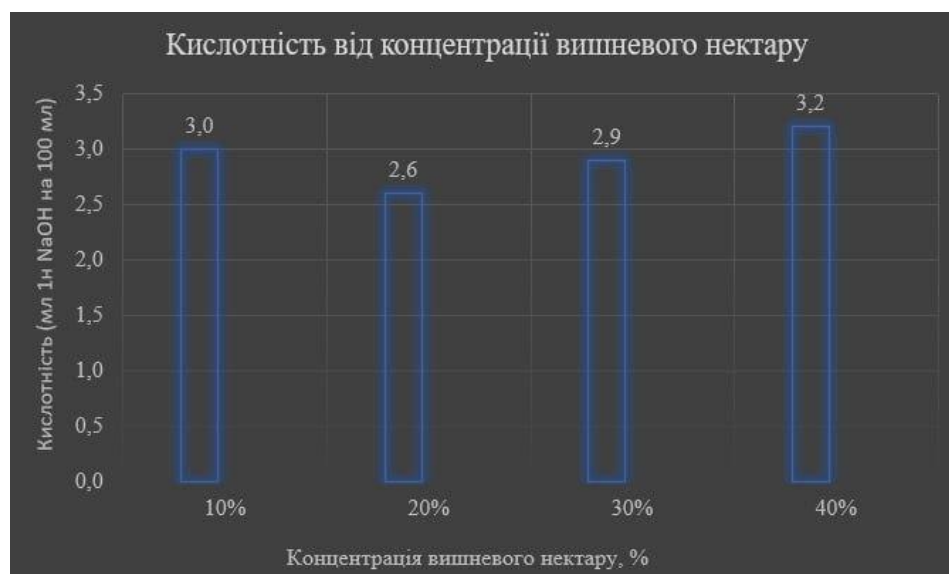


Рисунок 2.3.13 - Кислотність від концентрації вишневого нектару

- Масова частка діоксиду вуглецю

Метод: Пляшку чи банку з пивом закріплюють в апараті Ш4-ВУЛ для визначання тиску. Руками притискають до траверси (3) підпружинені важелі (4) та піднімають траверсу в граничне верхнє положення. Пляшку чи банку металеву ставлять на основу (7), банку денцем догори, а пляшку

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						72
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

установлюють горловиною в паз кронштейна (11), який затискачами (12) закріплюють на такому рівні, щоб пляшка перебувала в підвішеному стані, а відстань між дном пляшки та основою була від 2 мм до 3 мм. Потім натискають важелі, опускають траверсу на пляшку чи банку і тиснуть на неї так, щоб голка (5) проколола пробку чи деще банки та увійшла всередину. При цьому ущільнювач (6) стискається та герметизує пляшку чи банку, а газ, який перебував у них, надійде до манометра. Для забезпечення безпеки пляшки з пивом уміщують у мішок зі щільної тканини. Швидким поворотом голкового вентиля проти годинникової стрілки спускають тиск до показу «0», після чого вентиль негайно закривають. Апарат із затиснутою в ньому пляшкою чи банкою струшують, доки припиниться рух стрілки манометра. Переконавшись у герметичності системи (якщо система герметична, покази манометра впродовж двох хвилин лишаються незмінними, відмічають покази манометра (рис.2.3.14).

Після вимірювання тиску відкривають вентиль і скидають тиск пляшці чи банці. Притискають важелі, піднімають траверсу у верхнє положення, пляшку чи банку виймають, відкривають і термометром замірюють температуру пива.

Масову частку діоксиду вуглецю в пиві залежно від величини виміряного тиску й температури визначають відповідно до додатка В.

Рисунок 2.3.14 - Апарат типу Ш4-ВУЛ для визначення тиску в пляшках і металевих банках.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						73
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

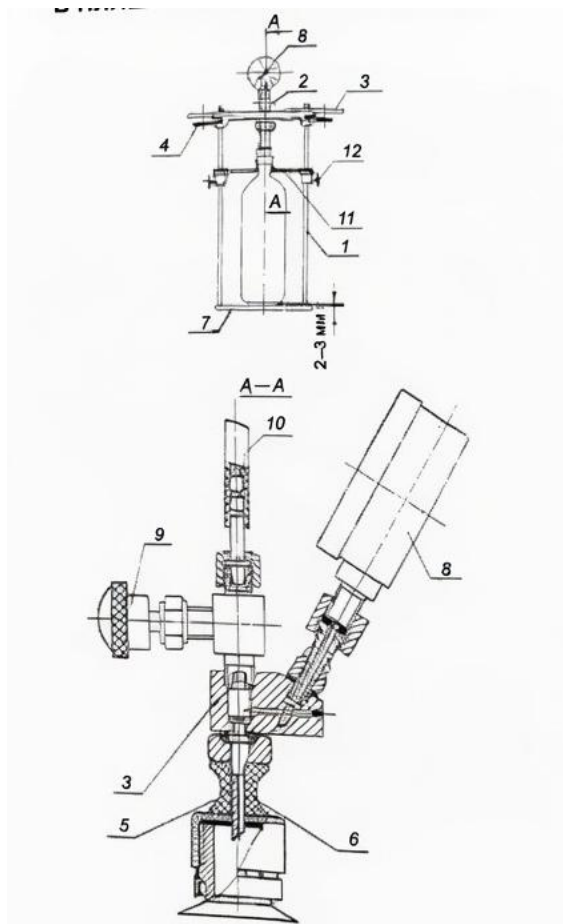


Рис.2.3.14 - Умовні позначення: 1- штанга; 2 - перехідник; 3 - траверса; 4 - підпружинені важелі; 5 - голка; 6 - ущільнювач; 7 - станина; 8 - манометр; 9 - голковий вентиль; 10 - штуцер; 11 - кронштейн; 12 - затискач.

За кінцевий результат випробування беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень та округлюють до другого десяткового знака.



А - 10%



Б - 20%



В - 30%



Г - 40%

Рисунок 2.3.15 - Визначення масової частки діоксиду вуглецю (CO₂) в різних концентраціях вишневого нектару

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		74

Результат:

1. CO₂ 10%: 0,49%
2. CO₂ 20%: 0,48%
3. CO₂ 30%: 0,46%
4. CO₂ 40%: 0,45%

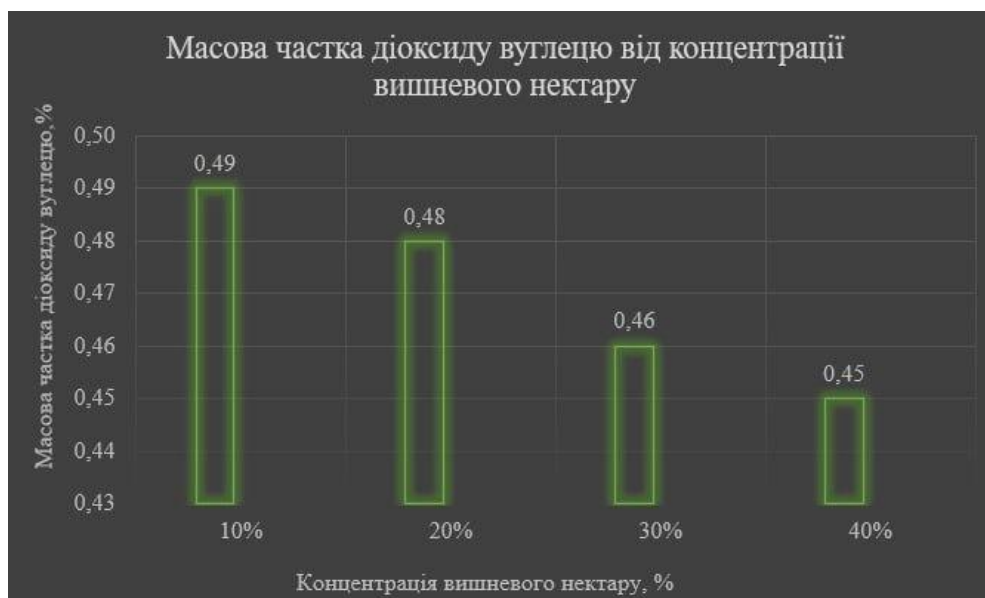


Рисунок 2.3.16 - Масова частка діоксиду вуглецю від концентрації вишневого нектару

- IBU (гіркота)

Метод: Підготовка проби: Відбір проб - згідно з ДСТУ 4853.

Знегазувати пиво (видалити CO₂). Довести температуру проби до кімнатної (+20 ± 2°C). Екстракція: Відміряти точний об'єм пива (зазвичай 10 мл). Додати соляну кислоту (HCl) для підкислення. Додати ізооктан (2,2,4-триметилпентан). Інтенсивно струшувати (або використовувати механічний шейкер) протягом кількох хвилин для екстракції гірких речовин. Центрифугувати для чіткого розділення фаз (ізооктанова фаза - зверху).

Вимірювання: Відібрати верхній (ізооктановий) шар. Виміряти абсорбцію (оптичну густину) на спектрофотометрі при $\lambda = 275$ нм проти чистого ізооктану (бланк).

Розрахунок:

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						75
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$IBU = A_{275} * 50$$

Де A_{275} - значення абсорбції при 275 нм

Результат:

1. IBU 10%: 22
2. IBU 20%: 20
3. IBU 30%: 19
4. IBU 40%: 17



Рисунок 2.3.17 - IBU (гіркота) від концентрації вишневого нектару

- рН

Метод: Підготуйте свіжі калібрувальні розчини (буфери) залежно від ваших потреб:

- Буфер рН 7,01 - обов'язковий для налаштування offset.
- рН 4,01 - для вимірювання кислотних середовищ, таких як пиво, фруктові соки.

Приготуйте два стаканчики для кожного буфера:

- Один буде використовуватися для полоскання електрода.
- Другий - для виконання калібрування.

Дістаньте електрод (зелений) та температурний щуп зі захисного ковпачка. Якщо електрод сухий, замочіть його у розчині для зберігання на 30-60 хвилин перед використанням.

Покрокова інструкція щодо калібрування (2-точкове калібрування - рекомендована практика)

- Крок 1: Увімкнення приладу

Увімкніть пристрій, натиснувши кнопку ON/OFF.

- Крок 2: Калібрування за буфером pH 7.01 (Offset)

1. Промийте електрод і температурний щуп у стаканчику з буфером pH 7,01.
2. Помістіть обидва щупи (pH і температура) у чистий розчин pH 7,01.
3. Натисніть кнопку CAL. На екрані з'явиться напис «pH 7,01», а також піктограма пісочного годинника, яка почне блимати.
4. Дочекайтесь завершення стабілізації - пісочний годинник та мерехтіння позначки на екрані зникнуть.
5. Підтвердьте результат натисканням кнопки CFM.

- Крок 3: Калібрування за другим буфером (Slope)

1. Промийте електрод у стаканчику для полоскання, призначеному для другого буфера.
2. Опустіть щупи у чистий буфер pH 4,01.
3. Прилад автоматично розпізнає другий буфер 4.01.
4. Дочекайтесь стабілізації (зникне піктограма годинника).
5. Підтвердьте результат, натиснувши кнопку CFM.

І тепер промиваємо щупи та просто вставляємо в стакан з пивом і чекаємо поки зникне годинник і покаже нам наш результат. Дістаємо, промиваємо та обережно поміщаємо електрод в розчин.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						77
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		



А - 10%

Б - 20%

В - 30%

Г - 40%

Рисунок 2.3.18 - Визначення рН в різних концентраціях вишневого нектару

Результат:

1. рН 10%: 3,81
2. рН 20%: 4,02
3. рН 30%: 3,90
4. рН 40%: 3,78



Рисунок 2.3.19 - рН від концентрації вишневого нектару

- Brix (%)

Метод: Цифровий рефрактометр Milwaukee MA871 або ручний рефрактометр Atago із функцією автоматичної температурної компенсації (ATC).

Підготовка до вимірювань:

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						78
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Калібрування рефрактометра здійснювали за допомогою дистильованої води при температурі 20 °С, де вимірювання повинно показати 0,0 °Brix.

Зразки пива (як контрольного, так і з додаванням вишневого нектару) попередньо фільтрували або відстоювали для видалення грубих часток та піни.

Вимірювання виконували за контрольованої температури $20,0 \pm 0,5$ °С.

Методика дослідження:

- На очищену призму рефрактометра наносили 2-3 краплі ретельно перемішаного зразка пива.
- Призму закривали кришкою і витримували протягом 30–60 секунд для стабілізації температури.
- Зчитували значення °Brix з дисплея приладу.
- Кожен зразок вимірювали тричі, виконуючи паралельні повторності.
- Після кожного циклу вимірювання призму дбайливо очищали дистильованою водою і висушували м'якою безворсовою тканиною.



А - 10%

Б - 20%

В - 30%

Г - 40%

Рисунок 2.3.20 - Визначення Brix в різних концентраціях вишневого нектару

Результат:

1. Brix 10%: 7,0%
2. Brix 20%: 7,0%
3. Brix 30%: 7,0%
4. Brix 40%: 7,0%

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						79
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.3.21 - Вгіх від концентрації нектару

- Кількість дріжджових клітин (кл/см³)

Метод: Кількість дріжджових клітин визначали методом прямого підрахунку у камері Горяєва (або Тома) з використанням світлового мікроскопа.

Необхідні прилади та матеріали:

- Світловий мікроскоп з об'єктивом 40× і окуляром 10× (загальне збільшення - 400×)
- Камера Горяєва (сітка Тома) глибиною 0,1 мм
- Покривне скло
- Автоматичні чи градуйовані піпетки

Підготовка проби: Зразок ретельно перемішували.

Процес визначення:

1. Камеру Горяєва та покривне скло очищали водою, спиртом й висушували.
2. На центральну частину камери наносили 10-15 мкл підготовленої проби.
3. Обережно накривали покривним склом, щоб утворилися кільця Ньютона.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						80
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

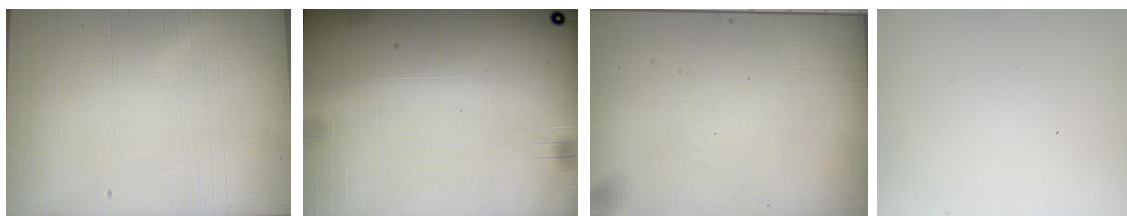
4. Виконували підрахунок дріжджових клітин у 5-10 великих квадратах, або в 25 малих квадратах центральної частини сітки.

5. Підрахунок повторювали тричі для різних заповнень камери.

Формула для розрахунку кількості дріжджових клітин:

Підраховуємо всі дріжджі

$$N = \text{сума дріжджів} / 15 * 250000$$



А - 10%

Б - 20%

В - 30%

Г - 40%

Рисунок 2.3.22 - Визначення кількості дріжджових клітин в різних концентраціях вишневого нектару

Результат:

1. Кількість дріжджових клітин (кл/см³) 10%: 50000 кл/см³.
2. Кількість дріжджових клітин (кл/см³) 20%: 66667 кл/см³.
3. Кількість дріжджових клітин (кл/см³) 30%: 66667 кл/см³.
4. Кількість дріжджових клітин (кл/см³) 40%: 82500 кл/см³.

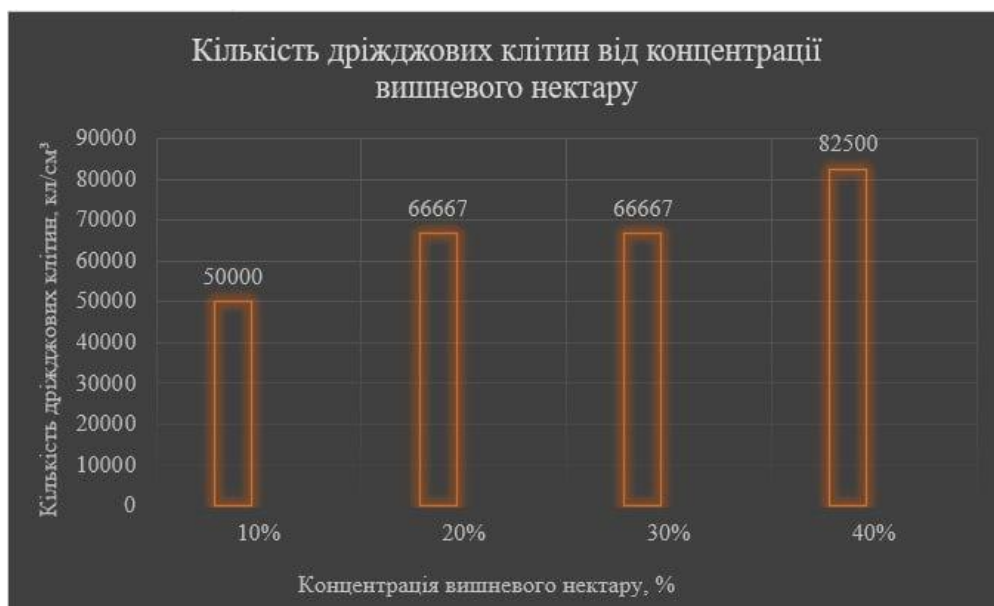


Рисунок 2.3.23 - Кількість дріжджових клітин від концентрації вишневого нектару

- Мікробіологічні дослідження

Метод випробування:

Мікробіологічні дослідження проводили відповідно до вимог ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови» та нормативних документів на методи контролювання.

МАФАМ (мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми) - за ДСТУ ISO 4833-1:2014;

Ендо (бактерії групи кишкових паличок, БГКП / коліформи) - за ДСТУ ISO 7251;

MRS-агар (виявлення та підрахунок дріжджових і молочнокислих бактерій) - за стандартною мікробіологічною методикою на селективному середовищі MRS;

NBB-A агар (виявлення пивопсувних бактерій - *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Pectinatus* та ін.) - за методикою виробника середовища (Döhler або аналог) з використанням анаеробних умов інкубації.

Метод: Щоб виконати посів на МАФАМ (ПА), спочатку потрібно приготувати його, оскільки він продається у формі порошку. Для кожної чашки Петрі необхідно приблизно 30 мл середовища. Оскільки ми здійснюємо посів на різні субстрати, такі як сусло, фільтроване пиво, сік і готовий напій, для кожного з них знадобиться по одній чашці, що у підсумку становить чотири чашки.

Для приготування МАФАМ беремо 14 грамів поживного агару і 500 мл води. Компоненти змішуємо і нагріваємо в колбі об'ємом 500 мл. Доводимо розчин до кипіння, даємо покипіти протягом двох хвилин, після чого стерилізуємо суміш в автоклаві. Середовищу даємо охолонути до 45°C не більше.

Для приготування агару Ендо беремо 6,8 грама порошку і розводимо в 200 мл води. Як і у випадку з ПА, доводимо до кипіння, тримаємо на вогні дві хвилини і даємо решті остигнути. Потім розливаємо готове середовище у пластикові чашки Петрі й очікуємо повного застигання.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						82
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Приготування середовища MRS виконується аналогічно: розчиняємо 13,2 грама порошку в 200 мл води, доводимо до кипіння і витримуємо на вогні дві хвилини. Потім стерелізуємо в автоклаві і після чого даємо йому охолонути і розливаємо в чашки Петрі.

Середовище NBB-A готуємо шляхом розплавлення його на водяній бані. Після цього розливаємо його в чашки Петрі та залишаємо до повного застигання.

Усі етапи повинні виконуватись у стерильних умовах, щоб забезпечити точність результатів.

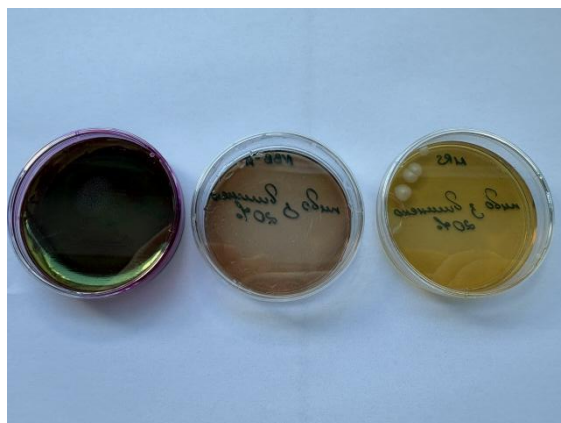
Розпочинаємо посів. Для цього нам знадобляться мікробіологічна петля, всі необхідні живильні середовища, мікробіологічний пальник, спирт, запальничка, піпетка, дозатор і продукти для дослідження.

Спочатку запалюємо пальник та обробляємо руки. Потім беремо петлю, нагріваємо її до почервоніння, даємо їй трохи охолонути і набираємо продукт. Починаємо посів, використовуючи світлі середовища - NBB-A, MRS і Ендо. Не забуваємо щоразу стерилізувати петлю перед набором нового продукту. Після цього беремо піпетку об'ємом 1 мл і переносимо 1 мл продукту в чашку Петрі. Додаємо ПА, рівномірно розподіляємо та залишаємо до повного застигання.

Зразки на середовищі ПА та агару Ендо поміщаються у термостат при 37 °C на 2 дні. Зразки на середовищах MRS та NBB-A зберігаємо у термостаті при 28 °C протягом 5 днів.

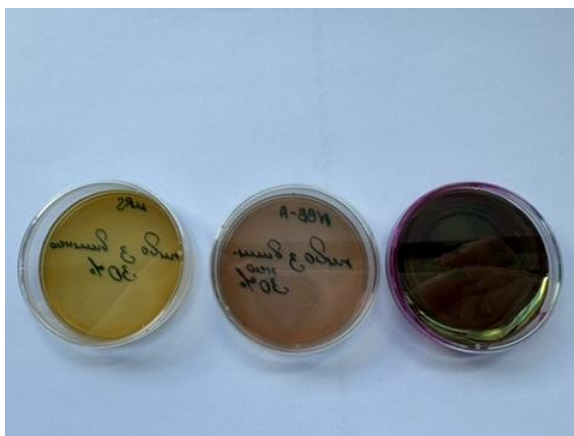


А - 10%

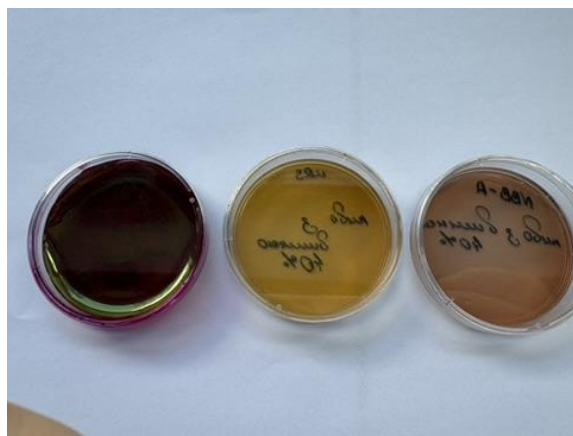


Б - 20%

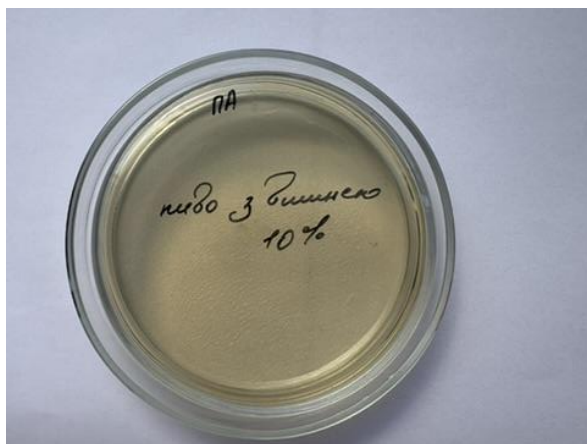
					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		83



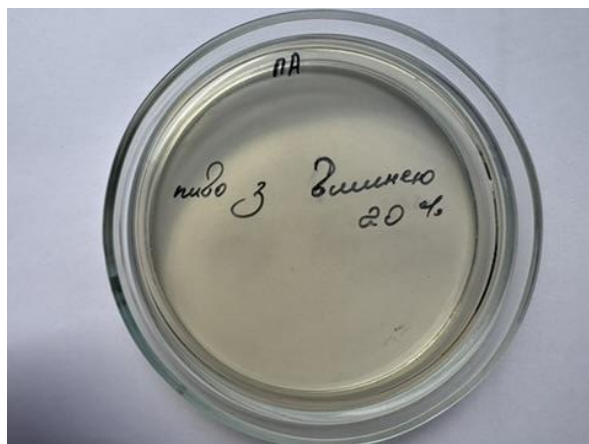
В - 30%



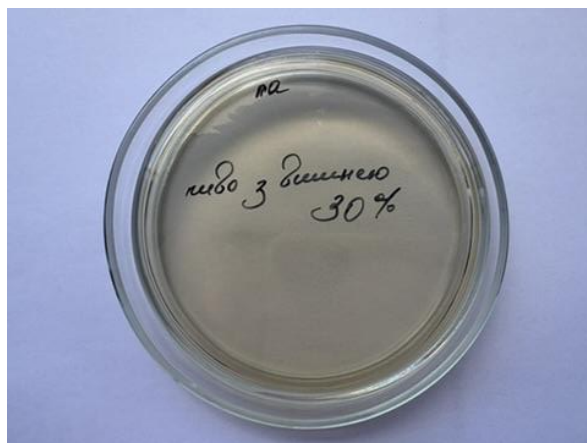
Г - 40%



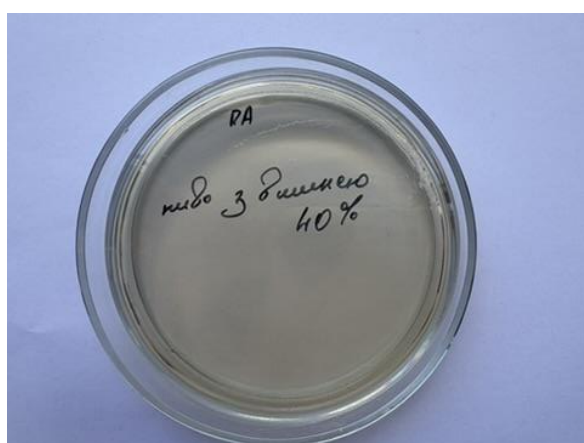
А - 10%



Б - 20%



В - 30%



Г - 40%

Рисунок 2.3.24 - Визначення посівів в різних концентраціях вишневого нектару

Таблиця 11 - Результати по посівам з рвзними концентраціями вишневого нектару:

Відсоток соку в пиві	МАФAM	Ендо	MRS	NBB-A
1	2	3	4	5
10%	відсутнє	відсутнє	відсутнє	відсутнє
20%	відсутнє	відсутнє	дріжджові клітини 4 КУО	відсутнє
30%	відсутнє	відсутнє	відсутнє	відсутнє
40%	відсутнє	відсутнє	відсутнє	відсутнє

2.4. Розробка світлого пива Lager зі смаком вишні

Розробка рецептури світлого лагера зі смаком вишні базується на класичній технології виробництва цього пива. Відмінною рисою нової формули є додавання концентрованого соку вишні торгової марки Sandora.

Даний інгредієнт вводиться у строго визначеній пропорції, що забезпечує напою яскравий природний аромат, збалансований вишневий смак із легкою кислінкою, а також насичений характерний колір. Застосування натурального соку дозволяє створити чистий і автентичний фруктовий відтінок смаку, уникаючи використання порошкових сумішей чи синтетичних ароматизаторів.

Аналіз органолептичних показників дослідних зразків пива показав, що найкращий баланс смакових характеристик досягається при концентрації вишневого нектару 20%. При збільшенні концентрації до 30-40% значно погіршується гармонійність напою через домінування вишневого смаку та зниження характерних лагерних нот. Концентрація 10% створює лише слабкий натяк на фруктовий смак, якого недостатньо для формування характерного та впізнаваного фруктового пива. Найкращим вибором є 20% вишневого нектару, оскільки саме така концентрація забезпечує ідеальний баланс між традиційними якостями лагера та насиченим, приємним вишневим ароматом і смаком.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						85
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

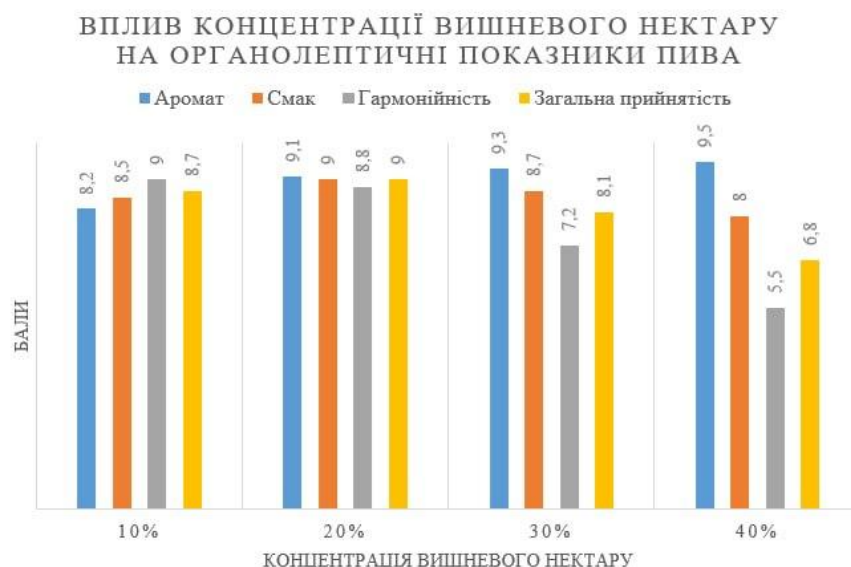


Рисунок 2.4 - Вплив концентрації вишневого нектару на органолептичні показники світлого пива Lager

2.4.1. Технологія виробництва світлого Lager лагер зі смаком вишні

Перед початком роботи необхідно виконати підготовчий етап, який включає збирання всіх необхідних компонентів: воду, світлий ячмінний солод, хміль, дріжджі, молочну кислоту, хлорид кальцію, препарат Брютан Б, йод, а також обладнання для варіння пива, зокрема міні-пивоварню, шланги для перекачування сусла, міні-ЦКТ і ківш.

1. Підготовка води. Спершу питна вода зі свердловини проходить очищення та регулювання основних параметрів для відповідності технологічним вимогам. Серед ключових показників, які потрібно привести до норми: рівень рН (6,8-7,2), жорсткість води та вміст іонів кальцію (Ca^{2+}) і магнію (Mg^{2+}). Для досягнення оптимальних значень застосовуються фільтри, іонообмінні установки й процес деаерації.

2. Подрібнення солоду. Світлий ячмінний солод необхідно подрібнити для забезпечення доступу до крохмалю, що є важливим для подальших етапів приготування сусла.

3. Першим етапом є ретельне миття всього обладнання. Необхідно помити міні-пивоварню, шланг для перекачування та ківш, використовуючи

хлорний луг і звичайну кислоту для ефективного очищення і знищення мікробів. Після цього проводимо дезінфекцію всього обладнання. Для впевненості в якості миття рекомендується здати змив із обладнання до лабораторії на перевірку. Якщо результати підтверджують належну чистоту, можна переходити до роботи.

На початку наповнюємо чан об'ємом 57 літрів водою і нагріваємо її до температури 67-68°C. Після нагрівання вставляємо солодову трубку з фальш-дном, додаємо 11,2 кг солоду та ретельно перемішуємо. В суміш додаємо 0,7 мл молочної кислоти та 0,9 мл кальцію хлориду. Налаштовуємо програму пауз:

- 20 хвилин при температурі 57°C,
- 60 хвилин при 68°C,
- 20 хвилин при 72°C,
- 5 хвилин при 78°C.

Обов'язково перевіряємо рівень рН затору, який не повинен бути меншим за 5,6. Зразок береться із сусла з затертим солодом. У нашому випадку рН склав 5,65, що є оптимальним показником для лагєру.

Далі переходимо до стадії фільтрації (так званого промивання для малих пивоварень). Піднімаємо солодову трубку та закріплюємо її таким чином, щоб сусло вільно стікало в чан. Через 10 хвилин обережно вливаємо гарячу воду температурою 75°C на трубку і дозволяємо зайвій рідині стекти. Продовжуємо додавати воду до отримання необхідного об'єму - 58 літрів передкип'ятильного сусла. Густина сусла перед кип'ятінням повинна становити приблизно 1,040-1,043 г/см³. У нас вийшла густина 1,042 г/см³, що відповідає нормі для подальшого процесу.

Час перейти до стадії кип'ятіння. Увімкніть максимальний нагрів до 100°C і дочекайтеся, поки сусло закипить. Як тільки з'являться ознаки кипіння, додайте 5,5 грама гіркого хмелю сорту Columbus. Через 45 хвилин додайте 17,7 грама хмелю Слов'янка для насиченого аромату та помірної гіркоти. За 5 хвилин до завершення кип'ятіння внесіть 28,3 грама хмелю

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						87
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Клон, щоб підсилити аромат, а також додайте бруттан для очищення сусла 2 грама. Після завершення стадії кип'ятіння щільність сусла має складати 11,0%. У нас результат склав 10,9%.

Наступний етап - охолодження. Вимкніть нагрів і розпочніть процес охолодження (вірпул), опустивши температуру до 13°C. Після цього перекачайте сусло через шланг у міні-ЦКТ, залишивши осад із брютаном.

Стадія бродіння. Після перекачування пива додаються дріжджі S189 у кількості 462 мл. Перед цим дріжджі перевіряються в лабораторії на життєздатність. Температура бродіння підтримується на рівні 10-12 °C. Протягом перших 3-7 днів відбувається активне бродіння, під час якого дріжджі інтенсивно поглинають цукри. Частина дріжджів може гинути через підвищену температуру або нестачу поживних речовин.

Коли щільність пива знижується до рівня 4,5, встановлюється регулювальний клапан із манометром (шпунт). Цей пристрій дозволяє дріжджам карбонізувати напій природним чином. Завдяки цьому пиво виходить чистішим, менш підданим окисленню і вже має сформований аромат. На етапі шпунтування рівень щільності повинен перебувати в межах 4,3-4,5.

Після цього триває основне бродіння при тій же температурі - 10-12 °C. Коли процес добігає кінця, температуру поступово знижують до 0...+2 °C, щоб частково зупинити бродіння та забезпечити осідання дріжджів. Ця стадія триває від 4 до 8 тижнів. У нашому випадку щільність пива під час основного бродіння становила 4,5. Після зниження температури до +2 °C пиво перебувало на остаточному дозріванні ще три тижні.

Після цього необхідно профільтрувати продукт, щоб видалити дріжджі. Для цього додаємо 15 грамів желатину, який попередньо розчиняємо в гарячій воді. Даємо розчину охолонути до температури 50°C, потім вливаємо його в міні-ЦКТ (циліндро-конічний танк) і обережно перемішуємо. Дріжджі разом із рештою каламутних частинок добре осідають на дно, завдяки чому пиво стає прозорим.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						88
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки у нас конусний міні-ЦКТ, без струшування чи розхитування танка відкриваємо клапан і зливаємо осад з дріжджів. Після цього відбираємо пробу пива для аналізів: мікробіологічних та фізико-хімічних досліджень. Для того, щоб зробити відбір стерильним способом, нам знадобляться стерильна баночка, запальничка та 70% спирт. Поверхню біля клапана обробляємо спиртом і підпалюємо для знищення мікроорганізмів. Зливаємо близько 50 мл пива перед основним відбором, а потім набираємо зразок у стерильну баночку. Після збору проби місце забору також обробляємо.

У лабораторії проводимо посів на різні поживні середовища. Серед них:

- поживний агар, який є універсальним щільним середовищем для вирощування широкого спектра невибагливих бактерій і грибів;
- агар Ендо, який використовується для виділення ентеробактерій, зокрема кишкової палички. Цей агар дозволяє визначити здатність бактерій ферментувати лактозу: лактозопозитивні бактерії утворюють червоні колонії з металевим блиском, а лактозонегативні - безбарвні колонії;
- середовище MRS, спеціально розроблене для культивування, виділення та підрахунку лактобактерій та інших молочнокислих бактерій.
- середовище NBB-A (Nährboden-Basis-Bouillon-Agar) - це високоселективне поживне середовище, розроблене компанією Döhler для виявлення мікроорганізмів, що псують пиво та безалкогольні напої (таких як *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Pectinatus*, *Megasphaera*). Воно пригнічує ріст дріжджів, дозволяючи бактеріям швидко розмножуватися.

Перші результати дослідження будуть отримані на середовищах Ендо та поживному агарі через дві доби після посіву, а на середовищі MRS та NBB-A - на п'ятий день. Для аналізу було використано чисте пиво, однак наша продукція має смак вишні. Для цього ми додаємо вишневий сік від Sandora: на кожні 50 літрів пива припадає 10 літрів соку. Після змішування проводиться фасування у банки або пляшки. Концентрація CO₂ має становити не менше 0,30%.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						89
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 12 - Відсоток компонентів

Компонент	Кількість	Відсоток %
1	2	3
Вода	50 л	100 %
Сік вишневий	10 л	20,00 %
Солод	11,2 кг	224 г/л
Дріжджі	462 мл	0,92 %
Молочна кислота	0,7 мл	0,0014 %
Кальцій хлорид	0,9 мл	0,0018 %
Хміль гіркий	17,7 гр	0,35 г/л
Хміль Клон	28,3 гр	0,57 г/л
Желатин	15 гр	0,30 г/л
Брутан	2 г	0,04 г/л

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Оцінка виробництва за вибухо-пожежною та санітарною небезпекою

Виробництво пива класифікується як об'єкт харчової промисловості, який має помірний рівень небезпеки.

- Вибухопожежна та пожежна категорія основного виробничого корпусу визначена як В1 згідно з вимогами НАПБ Б.03.002-2007 [14].
- Ступінь вогнестійкості будівлі: ІІ.
- Клас конструктивної пожежної небезпеки: С0.

Категорії приміщень:

- Бродильне відділення (ЦКТ), склад готової продукції - В1.
- Сушварне відділення, парогенераторна - В2.
- Склад солоду, майстерня - В2.
- Лабораторія, адміністративні приміщення - Д.
- Зовнішні установки (газова парогенераторна) - В1.

Санітарна характеристика:

Виробничий процес належить до ІІІ класу шкідливості згідно із ДСП 201-2008. Серед основних шкідливих факторів зазначають:

- підвищену температуру повітря в зонах кип'ятіння;
- шумове навантаження від функціонування обладнання;
- високу вологість;
- концентрацію вуглекислого газу в бродильному відділенні.

Шкідливі та небезпечні речовини, що використовуються у виробництві

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ІІЗ		
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дика О.С.			ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.
Перевір.		Філінська А.О.					91
Реценз.							120
Н. Контр.						УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП	
Затверд.		Черваков					

Таблиця 13 - Шкідливі та небезпечні речовини, що використовуються у виробництві

Речовина	ГДК в повітрі робочої зони (мг/м³)	Можливі викиди / джерела	Симптоми отруєння	Перша допомога
1	2	3	4	5
Вуглекис-лий газ (CO ₂)	9000 (0,9 %)	Бродіння, ЦКТ, карбонізація	Задишка, головний біль, втрата свідомості	Вивести на свіже повітря, штучне дихання
Оксид вуглецю (CO)	20	Парогенератор, неповне згоряння газу	Головний біль, нудота, почервоніння шкіри	Кисень, виклик лікаря
Аміак (при СІР)	20	Мийні розчини	Різь в очах, кашель, набряк легень	Промити водою, свіже повітря
Луги (NaOH, КОН)	0,5	СІР-мийка	Опіки шкіри та слизових	Промити великою кількістю води (20 хв)
Кісельгур (діатоміт)	6 (пил)	Фільтрація	Подразнення дихальних шляхів	Вивести з зони, промити водою
Етанол	1000	Бродіння, розлив	Запаморочення, інтоксикація	Свіже повітря, спокій

3.2. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Згідно з НПАОП 15.0-3.09-98 та типовими галузевими нормами, працівникам надаються такі засоби [15]:

Загальні засоби:

- Бавовняний халат
- Головний убір
- Захисне взуття

Спеціальні засоби:

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						92
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Респіратори (FFP2/FFP3) для роботи з пилом і хімічними речовинами
- Захисні окуляри та щитки
- Гумові рукавички та фартухи для роботи з лугами та кислотами
- Протигази (марка В) - для роботи у бродильному відділенні
- Захисні каски для ділянок із виконанням висотних робіт

Заходи щодо забезпечення безпеки

При роботі з обладнанням:

- Усі рухомі частини обладнання мають бути надійно огорожені.
- Обладнання повинно бути правильно заземлене та оснащене блоку-ючими пристроями для запобігання небажаному запуску.
- Роботи на висоті, зокрема на етажерках ЦКТ, виконуються виключно зі страховкою.
- Перед запуском обладнання необхідно провести зовнішній огляд і перевірити наявність та справність блокувальних елементів.

При роботі з легкозаймистими речовинами і газом:

- Газове обладнання (наприклад, парогенератори) можуть обслуговувати лише працівники з відповідною атестацією.
- Зберігати легкозаймисті речовини поруч із джерелами тепла категорично заборонено.
- Куріння дозволяється лише в спеціально обладнаних зонах.

Електробезпека:

- Експлуатація електроустановок здійснюється згідно з нормативом ДНАОП 0.00-1.21-98.
- Вимоги до кваліфікації: спеціалісти повинні мати групу допуску з електробезпеки не нижче III, електротехнічний персонал - IV - V групу.
- Перевірка знань працівників щодо електробезпеки проводиться щорічно.

Робота з хімічними речовинами (СІР):

- Розчини слід готувати лише у спеціально облаштованих приміщеннях із витяжною вентиляцією.
- Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) є обов'язковим.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						93
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- У приміщеннях повинні бути аптечки та засоби нейтралізації хімічних речовин.

Протипожежні заходи

На підприємстві організовано добровільну пожежну дружину. Встановлено автоматичну систему пожежної сигналізації та спринклерну систему у зоні зберігання готової продукції. На кожній ділянці розміщено вогнегасники (порошкові та вуглекис-лотні). Евакуаційні виходи чітко позначені, а щоквартально проводяться тренування з евакуації.

Освітлення та вентиляція

Освітлення: Використовується комбіноване освітлення, що включає природне та штучне. На робочих місцях передбачений рівень штучного освітлення у межах 200 - 300 лк відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018.

Вентиляція: Система приточно-витяжної вентиляції з механічним приводом. У бродильному відділенні передбачено посилену витяжку для ефективного видалення CO₂. У зоні СІР встановлено місцеву витяжку.

Параметри температурного режиму: взимку +18...+22 °С, влітку - не вище +26 °С.

Організаційні заходи

На підприємстві визначено відповідальну особу за питання охорони праці. Здійснюються обов'язкові вступні, первинні, повторні та позапланові інструктажі з охорони праці. Працівники регулярно проходять попередні та періодичні медичні огляди.

Ведеться належна документація, зокрема журнал реєстрації інструктажів і журнал обліку нещасних випадків на виробництві.

Усі заходи з охорони праці організовано у суворій відповідності до вимог чинного законодавства України, стандартів ДСТУ, НАПБ та галузевих норм харчової промисловості.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						94
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ДОВКІЛЯ

4.1. Характеристика викидів, відходів і втрат виробництва

Виробництво пива є відносно екологічно чистим, проте супроводжується утворенням певних видів відходів і викидів.

Таблиця 14 - Основні забруднювачі за стадіями процесу

Стадія процесу	Вид викиду / відходу	Агрегатний стан	Кількість (на 1 гл готового пива)	ГДК (орієнтовно)	Заходи утилізації / знешкодження
1	2	3	4	5	6
Приймання та дроблення солоду	Пил солоду	Твердий (пил)	0,3 - 0,6 кг	ГДКпил 0,5 мг/м³ (завислі речовини)	Циклон + рукавний фільтр, повернення в технологію
Кип'ятіння сусла	Водяна пара + леткі речовини (ДМС, альдегіди)	Газоподібний	80 - 120 кг пари	-	Конденсація в теплообміннику, повернення конденсату
Бродіння та дображування	Вуглекислий газ (CO ₂)	Газоподібний	8 - 12 кг	ГДК 0,9 % (робоча зона), відсутній для атмосфери	Збір та утилізація (продаж для газування напоїв або харчової промисловості)

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ							
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ			Лім.	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Дика О.С.								95	120	
Перевір.		Філінська А.О.						УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП				
Реценз.												
Н. Контр.												
Затверд.		Черваков										

1	2	3	4	5	6
Фільтрація пива	Відпрацьований кізельгур + осад	Твердий + вологий	1,5 - 2,5 кг	-	Вивіз на полігон або компостування після зневоднення
Мийка обладнання (CIP)	Сточні води (луги, кислоти, органіка)	Рідкий	12 - 18 л	pH 6,5 - 8,5; БСК ₅ ≤ 500 мгО ₂ /л; нафтопродукти ≤ 0,3 мг/л	Локальні очисні споруди (нейтралізація + біологічне очищення)
Всі стадії	Дріжджовий осад (надлишкові дріжджі)	Вологий твердий	1,2 - 2,0 кг	-	Продаж як кормова добавка для сільського господарства
Розлив	Скляний/ ПЕТ-бій, картонна тара	Твердий	0,4 - 0,8 кг	-	Здача на переробку (склотару, макулатура)
Загальне	Теплові викиди	Тепло	-	-	Рекуперація тепла (підігрів води)

4.2. Стічні води

Загальний обсяг стічних вод становить 14-20 м³ на кожні 1000 літрів готового пива.

Основні забруднюючі речовини:

- Висока концентрація органічних речовин (БСК₅-1500-3000 мгО₂/л, ХСК-2500-5000 мгО₂/л).
- Завислі речовини - 400-800 мг/л.
- Азот амонійний та фосфати.

Методи очищення:

На підприємстві використовуються локальні очисні споруди, які включають:

- Механічне очищення (включаючи пісколовки та первинні відстійники).
- Регулювання рівня рН (нейтралізація).
- Біологічне очищення за допомогою аеротенків або біофільтрів.
- Вторинне відстоювання для подальшого осадження забруднень.

Після завершення очищення стічні води скидаються до міської системи каналізації відповідно до дозволу на спеціальне водокористування.

4.3. Повітряні викиди

Серед основних забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу, виділяються:

- Вуглекислий газ (CO_2), який є парниковим газом;
- Леткі органічні сполуки, такі як диметилсульфід (ДМС) і альдегіди;
- Завислі частки, зокрема пил солоду і кізельгур.

Для захисту атмосферного повітря застосовуються такі заходи:

- Використання рукавних фільтрів і циклонів на етапі дроблення;
- Системи рекуперації CO_2 ;
- Встановлення високих труб для викидів за наявності;
- Проведення регулярного екологічного контролю виробничих процесів.

4.4. Основні заходи для забезпечення екологічної безпеки на підприємстві

- Використання системи рекуперації тепла, отриманого від сусло-варного котла та компресорів, для нагрівання технологічної води.
- Впровадження установок для збору та зрідження вуглекислого газу.
- Експлуатація локальних очисних споруд зі спроможністю очищати стічні води об'ємом 25-40 м³ на добу.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						97
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Система СІР з функцією рециркуляції мийних розчинів, що дозволяє зменшити об'єм стічних вод на 30-40%.
- Використання сучасної вентиляційної системи, обладнаної фільтр-рами для очищення витяжного повітря.
- Організація роздільного збору відходів у спеціальних контейнерах для таких категорій, як скло, пластик, папір та органічні відходи.

4.5. Нормативно-правова база

Діяльність підприємства здійснюється на основі:

- Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»
- Дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря
- Дозволу на спеціальне водокористування
- Санітарних норм і правил, встановлених для підприємств харчової промисловості

На підприємстві ведеться облік у журналі відходів та підтримується екологічний паспорт підприємства. Щороку проводиться інвентаризація викидів і відходів. Основна мета підприємства - зменшення екологічного впливу через впровадження чистих технологій і принципів ресурсозбереження.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						98
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою економічного розділу дипломного проєкту є оцінка доцільності розроблення та впровадження рецептури світлого пива Lager з вишневим смаком на основі натурального концентрованого вишневого соку. У даному розділі проведено аналіз структури витрат на виробництво, розраховано собівартість продукції та обґрунтовано можливості її комерційного потенціалу на ринку крафтового та фруктового пива.

Актуальність теми обумовлена швидким розвитком сегмента фруктових пив як на світовому рівні, так і в Україні. Сучасний споживач дедалі частіше надає перевагу продуктам із натуральними інгредієнтами, насиченим смаковими характеристиками та приємним ароматом. Світле пиво зі смаком вишні вдало поєднує класичну технологію лагерного бродіння із сучасним трендом fruit beer, що дає змогу створити конкурентоспроможний продукт, здатний успішно позиціонуватися як у крафтовому, так і в преміальному сегментах ринку.

У межах дипломної роботи було розроблено рецептуру, проведено технологічні випробування та здійснено комплексний аналіз якості готового пива, включаючи фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники. Додавання 10 літрів вишневого соку Sandora на кожні 50 літрів базового пива дозволяє досягти вираженого фруктового смаку, приємної кислинки та насиченого кольору без використання синтетичних ароматизаторів.

Це значно підвищує споживчу привабливість продукту та його конкурентоспроможність.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ								
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА				Лім.	Арк.	Аркушів		
Розроб.	Дика О.С.										99	120	
Перевір.	Філінська А.О.								УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП				
Реценз.													
Н. Контр.													
Затверд.	Черваков												

5.1. Розрахунок собівартості виробництва продукції

Економічна ефективність проекту базується на оптимальному використанні сировини та ресурсів. Відповідно до розрахунків, виробнича собівартість 50 літрів готового вишневого пива становить близько 7000 грн, тоді як повна собівартість досягає 7280 грн. Значну частину витрат (приблизно 45,7 %) формує високоякісна сировина: солод, хміль і натуральний концентрат вишні. Завдяки застосуванню натуральних інгредієнтів вдається створити продукт вищої категорії, який можна реалізовувати за вищою ціною порівняно зі стандартним світлим лагером.

Таблиця 15 - Калькуляція собівартості основної продукції

Стаття витрат	Сума, грн / 50 л	грн / 1 літр	Частка, %
1	2	3	4
Сировина (високоякісний солод, імпортований хміль, натуральний вишневий концентрат, спеціальні дріжджі)	3200	64,00	45,7
Допоміжні матеріали (тара, кізельгур, CO ₂ , мийні засоби, етикетки)	1050	21,00	15,0
Енергетичні витрати (електроенергія, вода, холод, пар)	650	13,00	9,3
Заробітна плата з відрахуваннями (ЄСВ)	950	19,00	13,6
Амортизація обладнання та приміщень	420	8,40	6,0
Цехові витрати (ремонт, утримання, інструменти)	380	7,60	5,4
Загальновиробничі та адміністративні витрати	350	7,00	5,0
Виробнича собівартість	7000	140,0	100
Комерційні витрати (маркетинг, сертифікація, логістика)	280	5,60	-
Повна собівартість	7280	145,60	-

Рисунок 5.1 - Структура собівартості виробництва світлого пива Lager зі смаком вишні (на партію 50 л)



5.2. Розрахунок показників ефективності використання основних виробничих фондів та амортизації

Одним із основних показників ефективності виробничої діяльності є стан та раціональне використання основних виробничих фондів (ОВФ). До складу ОВФ підприємства входять будівлі, споруди, технологічне обладнання (наприклад, варильні системи, ЦКТ, фільтраційне обладнання, лінії розливу), транспортні засоби та інші засоби виробничої діяльності.

Таблиця 16 - Склад і структура основних виробничих фондів ТОВ «MOVA І КО» (станом на кінець 2025 р.)

Група основних засобів	Вартість, тис. грн	Частка, %
1	2	3
Будівлі та споруди	45000	38,5
Технологічне обладнання (ЦКТ, варильна система, фільтри, лінія розливу)	52000	44,4
Транспортні засоби та складське обладнання	8500	7,3
Інструмент, інвентар, офісна техніка	11500	9,8
Разом	117000	100

Ступінь зносу основних виробничих фондів оцінюється в межах 28-32 %, що вказує на відносно добрий технічний стан обладнання. Нижче наведені основні показники ефективності використання основних виробничих фондів (ОВФ).

1. Фондовіддача - демонструє обсяг товарної продукції, який припадає на 1 грн вартості ОВФ.

Формула розрахунку:

Фондовіддача = Обсяг товарної продукції / Середньорічна вартість ОВФ

Підставивши дані:

Фондовіддача = 68 750 тис. грн / 117 000 тис. грн = 0,59 грн/грн.

Це означає, що кожна гривня, вкладена в основні фонди, приносить 0,59 грн товарної продукції.

2. Фондоозброєність праці - показує вартість основних фондів, що припадає на одного працівника.

Формула розрахунку:

Фондоозброєність = Середньорічна вартість ОВФ / Чисельність працівників

Розрахунок:

Фондоозброєність = 117 000 тис. грн / 71 чол. = 3 250 тис. грн/чол.

3. Фондоємність - показник, зворотний фондовіддачі, що свідчить про обсяг основних фондів, необхідний для випуску одиниці товарної продукції.

Формула розрахунку:

Фондоємність = Середньорічна вартість ОВФ / Обсяг товарної продукції

Розрахунок:

Фондоємність = 117 000 тис. грн / 68 750 тис. грн = 1,70 грн/грн.

Таким чином, наведені показники свідчать про ефективність використання основних виробничих фондів на підприємстві.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						102
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3. Витрати на амортизацію

Амортизація основних виробничих фондів є важливою складовою собівартості продукції та джерелом коштів для відтворення основних засобів підприємства.

На ТОВ «MOVA I КО» застосовується лінійний метод нарахування амортизації. Середньорічна вартість основних виробничих фондів становить 117 000 тис. грн, а середня норма амортизації - 9 %.

Розрахунок річної суми амортизаційних відрахувань:

$$\text{Річна амортизація} = 117000 * 0,09 = 10530 \text{ тис.грн}$$

Витрати на амортизацію у собівартості світлого пива зі смаком вишні:

При виробництві партії об'ємом 50 літрів на амортизацію припадає 420 грн.

Розрахунок амортизації на 1 літр продукції:

$$\text{Амортизація на 1 л} = 420 \text{ грн} / 50 \text{ л} = 8,40 \text{ грн/л}$$

Питома вага амортизації у повній собівартості:

Повна собівартість 1 л світлого пива зі смаком вишні становить 145,60 грн.

$$\text{Частка амортизації} = 8,40 / 145,60 * 100 = 5,77\%$$

Таблиця 17 - Амортизаційні витрати у структурі собівартості 50 л пива

Показник	Сума, грн	На 1 л, грн	Частка, %
1	2	3	4
Амортизація обладнання	320	6,40	4,57
Амортизація будівель та споруд	100	2,00	1,43
Всього витрат на амортизацію	420	8,40	5,77

Аналіз

Витрати на амортизацію становлять лише 5,77 % від повної собівартості 1 літра пива (145,60 грн). Це свідчить про ефективне використання наявних виробничих потужностей.

Виробництво нового виду продукції - світлого пива Lager зі смаком

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						103
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

вишні - не потребує додаткових капіталовкладень в основні фонди, що дозволяє розподіляти амортизаційні витрати на більший обсяг випуску. Це позитивно впливає на зниження питомих витрат і підвищення загальної ефективності виробництва.

5.4. Розрахунок чисельності та оплати праці персоналу

Важливим елементом техніко-економічного обґрунтування є розрахунок трудових ресурсів та ефективності їх використання. Виробництво світлого пива зі смаком вишні здійснюється на діючому підприємстві ТОВ «MOVA I KO» без залучення додаткового персоналу.

5.4.1. Чисельність персоналу

Загальна чисельність промислово-виробничого персоналу підприємства становить 71 особу. Структура персоналу наведена в таблиці 16. Таблиця 18 - Штатний розпис ТОВ «MOVA I KO»

Категорія працівників	Кількість, чол.	Середньомісячна зарплата, грн	Річний ФОП, тис. грн
1	2	3	4
Керівники (директор, головний технолог, начальник цеху)	9	45000+	1600
Фахівці та службовці (технолог, лаборанти, бухгалтер)	17	23000 - 30000	1450
Основні виробничі робітники (апаратники, оператори розливу)	25	27000 - 35000	4200
Допоміжні робітники (склад, вантажники, прибиральники)	20	15000 - 20000	1450
Всього	71	-	8750

Впровадження нової рецептури світлого пива Lager зі смаком вишні не потребує збільшення чисельності персоналу, оскільки процес виробництва здійснюється на існуючому обладнанні за тією ж технологічною схемою.

5.4.2. Продуктивність праці

Продуктивність праці є одним з ключових показників ефективності використання трудових ресурсів.

Формула розрахунку:

Продуктивність праці = річний випуск продукції / середньоспискова чисельність персоналу

Вихідні дані:

- Річний випуск продукції - 12 500 гл (дал)
- Середньоспискова чисельність персоналу - 71 чол.

Розрахунок:

Продуктивність праці = $12500/71 = 176,06$ гл/чол. на рік

Для основних виробничих робітників продуктивність праці становить 347 гл/рік на одного працівника.

5.4.3. Фонд оплати праці

Загальний річний фонд оплати праці персоналу підприємства становить 8 750 тис. грн.

Розрахунок фонду оплати праці на 1 літр продукції:

Зарплата на 1 л = $8750000 / 12500000$ л = 0,70 грн/л

У структурі собівартості 50 л світлого пива зі смаком вишні витрати на оплату праці з відрахуваннями (ЄСВ) становлять 950 грн, або 19,00 грн/л.

Питома вага оплати праці у собівартості:

Частка ЗП = $19,00/145,60 * 100 = 13,05 \%$

Аналіз

Чисельність персоналу є достатньою для виробництва нового виду продукції.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						105
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність праці на рівні 347 гл/рік на одного виробничого працівника є досить високою для міні-пивоварні.

Частка витрат на оплату праці у собівартості (13,05 %) є помірною, що свідчить про раціональну організацію праці.

5.5. Розрахунок фінансових показників роботи підприємства

Фінансові показники характеризують ефективність господарської діяльності підприємства та економічну доцільність впровадження нової рецептури світлого пива Lager зі смаком вишні.

5.5.1. Річний прибуток від реалізації

Прибуток від реалізації є основним показником фінансових результатів діяльності підприємства.

Формула розрахунку:

Прибуток від реалізації = вартість товарної продукції - повна собівартість товарної продукції

Вихідні дані (за 2025 рік):

- Вартість товарної продукції (виручка від реалізації) - 68 750 тис. грн
- Повна собівартість товарної продукції - 48 125 тис. грн

Розрахунок:

Річний прибуток = 68750 - 48125 = 12800 тис.грн

5.5.2. Рентабельність продукції

Рентабельність продукції показує, скільки прибутку отримує підприємство з кожної гривні витрат на виробництво.

Формула:

Рентабельність продукції = прибуток від реалізації / повна собівартість продукції * 100%

Розрахунок:

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						106
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Рентабельність продукції} = 12800/48125 * 100 = 26,6 \%$$

5.5.3. Рентабельність продажів

Рентабельність продажів характеризує ефективність реалізації продукції.

Формула:

$$\text{Рентабельність продажів} = \text{прибуток від реалізації} / \text{вартість товарної продукції} * 100\%$$

Розрахунок:

$$\text{Рентабельність продажів} = 12800/68750 * 100 = 18,6\%$$

5.5.4. Фінансові показники для світлого пива зі смаком вишні

Для нової продукції проведено розрахунок питомих фінансових показників (на основі партії 50 л):

- Повна собівартість 1 л - 145,60 грн
- Орієнтовна ціна реалізації 1 л - 230 грн (середня ціна крафтового фруктового пива)

$$\text{Прибуток на 1 л} - 230 - 145,60 = 84,40 \text{ грн}$$

$$\text{Рентабельність продукції (для вишневого пива)} - 84,40 / 145,60 * 100 = 58,0 \%$$

Таблиця 19 - Основні фінансові показники

Показник	Значення	Одиниця виміру
1	2	3
Річний прибуток від реалізації	12800	тис.грн
Рентабельність продукції	26,6	%
Рентабельність продажів	18,6	%
Прибуток на 1 л вишневого пива	84,40	грн
Рентабельність вишневого пива	58,0	%

Отримані фінансові дані демонструють високий рівень ефективності роботи підприємства. Рентабельність нового продукту - світлого пива з

вишневим смаком - значно перевищує середній показник по компанії, що пояснюється вищою ціною реалізації фруктового сорту.

Запровадження нової рецептури сприятиме зростанню загального прибутку підприємства без істотного збільшення витрат, адже виробництво здійснюється із залученням наявних виробничих потужностей.

5.6. Розрахунок терміну окупності капіталовкладень

Термін окупності капіталовкладень (Payback Period) є ключовим показником, що відображає час, необхідний для повернення інвестицій у проект за рахунок отриманого прибутку.

У межах цього дипломного проекту додаткові капіталовкладення спрямовані на впровадження нової рецептури світлого пива Lager зі смаком вишні. Оскільки виробничий процес буде здійснюватися на наявному обладнанні, суттєвих інвестицій в основні засоби не потрібно.

Основні інвестиційні витрати

Таблиця 20 - Додаткові капіталовкладення на впровадження нової рецептури

№	Стаття витрат	Сума, тис.грн
1	2	3
1	Придбання технологічного обладнання	250
2	Лабораторні дослідження та аналізи якості	100
3	Розробка дизайну етикетки та сертифікація	35
4	Маркетингові заходи та тестування ринку	70
Разом	455	

Загальна сума додаткових капіталовкладень становить 455 тис. грн.

Розрахунок терміну окупності

Формула простого терміну окупності:

Термін окупності (роки) = сума інвестицій / річний чистий прибуток від нової продукції

Вихідні дані:

- Сума інвестицій - 455 тис. грн

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						108
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Додатковий річний прибуток від реалізації світлого пива зі смаком вишні - 107 тис. грн (розраховано на основі річного випуску 2 500 гл нової продукції з прибутком 42,8 грн/л)

Розрахунок:

$$\text{Термін окупності} = 455/107 = 4,25 \text{ років}$$

План виконання дослідження наведена в таблиці 21.

Таблиця 21 - План дослідження

№	Перелік робіт	Виконавець	Тривалість дні
1	2	3	4
1	Обговорення теми дипломної роботи з керівником і її узгодження	Науковий керівник	2
2	Планування роботи та її послідовність	Дослідник	4
3	Пошук літератури	Дослідник	14
4	Написання літературного огляду	Дослідник	10
5	Підготовка сировини та варіння пива	Дослідник	1
6	Перевірка пива	Дослідник	10
7	Результати	Дослідник	6
8	Написання загального висновку	Дослідник	8
9	Перевірка результатів керівником	Науковий керівник	2
10	Робота над розділом Охорона праці	Дослідник	5
11	Робота над розділом Економіка	Дослідник	3
12	Результати дипломної роботи	Дослідник	4
13	Перевірка дипломної роботи керівником	Науковий керівник	3
14	Друк дипломної роботи	Дослідник	2

ВИСНОВОК

Дипломна робота була спрямована на комплексну розробку рецептури й детальне вивчення ароматичних та смакових характеристик світлого пива типу "Lager" зі смаком вишні, доповненого натуральною вишневою добавкою у вигляді нектару від ТМ «Sandora».

Основна мета - створити сучасне, конкурентоспроможне фруктове пиво, яке гармонійно поєднує класичний чистий лагерний профіль із виразними натуральними нотками вишні - була успішно досягнута.

В аналітичній частині проведено всебічний огляд літературних джерел, які стосуються хімічного складу пива, технологічних процесів пивоваріння, використання традиційної та нетрадиційної сировини, а також особливостей фруктових добавок. Зроблено висновок про доцільність застосування натуральних вишневих нектарів як екологічно чистої альтернативи синтетичним ароматизаторам.

У лабораторній частині здійснено дослідження технології бродіння та впливу різної концентрації вишневого нектару (10%, 20%, 30% і 40% від загального об'єму пива) на органолептичні властивості, фізико-хімічні параметри та мікробіологічні показники готового продукту.

Обґрунтування вибору концентрації 20%:

При концентрації 10% вишневий смак і аромат недостатньо виражені, фруктові нотки ледве відчутні. Це ускладнює створення характерного та легко впізнаваного фруктового профілю пива.

Концентрація 20% забезпечує оптимальний баланс. Напій набуває насиченого рожево-червоного кольору, виразного вишневого аромату з легкими відтінками мигдалю та ягід, а також приємної кислоти та

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ		
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Дика О.С.				ВИСНОВОК	Літ.	Арк.
Перевір.	Філінська А.О.						110
Реценз.							120
Н. Контр.						УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП	
Затверд.	Черваков						

гармонійного поєднання кисло-солодкого смаку. Вишневий компонент не пригнічує класичний солодово-хмелевий профіль світлого лагера, а лише підсилює його. Пиво зберігає властиву для лагера питкість, легкість і свіжість.

Зі збільшенням концентрації до 30% або 40%, вишневий компонент починає домінувати. В таких випадках напій втрачає лагерну чистоту й легкість, наближаючись за своїми характеристиками до фруктових десертних напоїв, аніж до традиційного пива.

Концентрація 20% вишневого нектару визнана оптимальною з погляду органолептичних властивостей та загального сприйняття продукту споживачами.

Проведені дослідження підтвердили високу якість створеного пива зі смаком вишні. Його основними характеристиками є:

- насичений рожево-червоний колір;
- стійка піна з оптимальною висотою;
- гармонійний аромат і збалансований смак із виразними вишневими відтінками;
- фізико-хімічні параметри (вміст спирту близько 4,48% об., початковий екстракт сусла 12,73°P, показники pH, кислотність, IBU, CO₂) відповідають вимогам ДСТУ 3888:2015;
- мікробіологічні характеристики на належному рівні, без присутності патогенної мікрофлори.

В аспекті охорони праці, безпеки в разі надзвичайних ситуацій і захисту довкілля встановлено, що виробництво належить до категорії помірної небезпеки й може здійснюватися у відповідності до чинних нормативів.

Економічні підрахунки свідчать про те, що собівартість нового продукту становить орієнтовно 145,60 грн за літр, а рентабельність оцінюється на рівні 58%, що значно перевищує показники стандартного світлого пива. Окупність додаткових вкладень прогнозується протягом 4,25 років.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						111
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

У підсумку розроблена рецептура лагерного пива зі смаком вишні (з використанням 20% вишневого нектару) є обґрунтованою з технологічної точки зору, демонструє високі органолептичні властивості, дотримується нормативних вимог і має значні перспективи на ринку крафтового та фруктового пива в Україні.

Результати дослідження засвідчують перспективність впровадження представленої технології на виробничих потужностях малих і середніх пивоварень.

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						112
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B9780444636669000121> [1]
2. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9724654/> [2]
3. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_beer [3]
4. <https://books.rsc.org/books/monograph/416/A-History-of-Beer-and-Brewing> [4]
5. <https://nashformat.ua/products/pyvo-istoriya-i-nauka-709324> [5]
6. A History of Brewing, H.S. Corran, 1975 [6]
7. Brew Like a Monk, Stan Hieronymus [7]
8. The Oxford Companion to Beer). [8]
9. A History of Beer and Brewing, Ian S. Hornsey [9]
10. Pilsner: How the Beer of Kings Changed the World, Tom Acitelli, 2020 [10]
11. Brewers Association, H.B. Fuller, SevenFifty Daily, Fertile Ground Beer [11]
12. Brewers Association, H.B. Fuller, SevenFifty Daily, IWSR Global Trends Report 2025, Fertile Ground Beer [12]
13. evenFifty Daily, Hop Culture, Forbes [13]
14. IWSR Global Trends Report 2025, Mordor Intelligence, Fortune Business Insights [14]
15. H.B. Fuller, Catalyst Crafted Ales, Brülology [15]
16. Brewers Association [16]
17. https://www.kirinholdings.com/en/newsroom/release/2015/0810_01.html [17]
18. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-1799-3_11 [18]
19. https://aqua-life.ua/ua/info/khimichniy-sklad-i-yakist-piva-koloyidniy-sklad-piva/?srsId=AfmBOooT4iVNWQzCZirP9NMFxxuANtU1U9qsdekksQMqL3_D67mmtG6 [19]

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ		
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дика О.С.			СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	Лім.	Арк.
Перевір.		Філінська О.С.					113
Реценз.							120
Н. Контр.						УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП	
Затверд.		Черваков					

20. <https://www.thebeerstore.ca/articles/beer-types-and-styles> [20]
21. <https://www.brewcabin.com/brewing-water/> [21]
22. <https://monica.im/uk/tools/rewrite-text> [22]
23. <https://spikebrewing.com/blogs/ask-a-pro/water-chemistry-and-ph-balance> [23]
24. <https://www.ccmwa.org/education/brewing-information>
25. https://www.beer-brewing.com/beer_brewing/beer_brewing_water/water_quality_parameters.htm
26. <https://beersmith.com/blog/2021/08/06/the-big-six-water-ions-and-water-chemistry-in-beer-brewing/> [26]
27. <https://www.horiba.com/usa/water-quality/applications/food-beverage/water-quality-check-in-beer-brewing> [24]
28. Пивоварна вода (доступ 27 травня 2019 року на beerandbrewing.com/brewing-water/)
29. Сила pH (Доступ 27 травня 2019 року на byo.com/article/the-power-of-ph/)
30. Роль кисню в пивоварінні (доступ 27 травня 2019 року за адресою <http://www.ibdlearningzone.org.uk/article/show/pdf/494/>)
31. Основи аерації (доступ 27 травня 2019 року за адресою https://www.morebeer.com/articles/Wort_Oxygenation_Aeration)
32. Читання звіту про воду (доступ 27 травня 2019 року за адресою howtobrew.com/book/section-3/understanding-the-mash-ph/reading-a-water-report)
33. <http://themodernbrewhouse.com/wp-content/uploads/2016/11/Barley-and-Malt-Analysis-Review.pdf>
34. <https://www.grainscanada.gc.ca/en/grain-research/export-quality/cereals/malting-barley/malting-barley-methods.html>
35. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.15858>
36. https://morebeer.com/blogs/articles/understanding-malt-analysis-sheets?srsltid=AfmBOor2jNzKnkqWs3OCRX-UL-9q_IQT50RRuQ7WEZCoA9RaHKIzKli2

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						114
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

37. https://www.beer-brewing.com/beer_brewing/beer_brewing_barley_malts/understanding_malt_analysis.htm
38. <https://www.brewingwithbriess.com/blog/understanding-a-malt-analysis/>
39. <https://www.montana.edu/barleybreeding/learning-center/learn-about-testing/malt-qa-tests.html>
40. ASBC. Methods of Analysis (latest ed., онлайн на asbcnet.org). Розділ Hops: Hops-1 до Hops-14 (офіційні методи ASBC).
41. Analytica-EBC (latest ed., brewup.eu). Розділ 7: Hops and Hop Products (EBC 7.1–7.10, включаючи HPLC 7.7).
42. Biendl, M., et al. (2022). New International Calibration Standard (ICS-B1) for HPLC Analysis of Beta-Acids in Beer. BrewingScience.
43. Duarte, L. M., et al. (2022). Determination of α - and β -acids in hops by liquid chromatography or electromigration techniques: A critical review. Food Chemistry.
44. Schindler, R., et al. (2019). Quantification of α -Acids in Fresh Hops by Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography. Journal of AOAC International.
45. Rigby, P. W. (various). Класичні методи спектрофотометрії для α/β -acids (ASBC Hops-6).
46. Bamforth, C. W. (2017). Brewing: New Technologies (розділ про хміль та аналіз).
47. Hieronymus, S. (2012). For the Love of Hops: The Practical Guide to Aroma, Bitterness and the Culture of Hops. Brewers Publications.
48. Shellhammer, T. (Ed.). (2009). Hop Flavor and Aroma in Beer. ASBC.
49. ASBC. Methods of Analysis (latest ed.). Розділ Yeast: Yeast-3 (viability), Yeast-4 (cell count), Yeast-11 (flocculation), Yeast-10 (strain differentiation). Офіційні методи ASBC.
50. Analytica-EBC (latest ed., brewup.eu). Розділ 3: Yeast (3.1.1.1 Haemocytometry, methylene blue, тощо); Microbiologica – розділ 3 (viability staining).

					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						115
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

51. Lodolo, E. J., et al. (2008). The yeast *Saccharomyces cerevisiae* – the main character in beer brewing. FEMS Yeast Research.
52. Boulton, C., & Quain, D. (2006). Brewing Yeast and Fermentation. Blackwell Science. (Класичний підручник з yeast physiology та quality).
53. Michel, M., et al. (2020). Optimisation of yeast vitality measurement to better predict fermentation performance. Journal of the Institute of Brewing.
54. Thesseling, F. A., et al. (2019). A Hands-On Guide to Brewing and Analyzing Beer in the Laboratory. Current Protocols.
55. Cottrell, M. T., et al. (2025). Sources of Variability in Determinations of Brewing Yeast Total Cell Counts and Viability Obtained by Microscopy. Journal of the American Society of Brewing Chemists.
56. White, C., & Zainasheff, J. (2010). Yeast: The Practical Guide to Beer Fermentation. Brewers Publications. (Практичний посібник з vitality/viability).
57. Bamforth, C. W. (various). Brewing: New Technologies (розділ про yeast health).
58. <https://allaboutbeer.net/article/homebrew-gruit-recipe/>
59. <https://www.beerandbrewing.com/dictionary/2Fq6vOHKeY>
60. <https://www.craftbeerjoe.com/craft-beer-talk/innovative-ingredients-and-flavors/>
61. <https://homebrewersassociation.org/how-to-brew/oyster-stout-tricks-brewing-mollusks/>
62. <https://www.baladin.it/en/blog/history-and-characteristics-fruit-beers>
63. <https://encyclopedia.che.engin.umich.edu/beer/>
64. <https://www.ingenia.org.uk/articles/brewing-the-evolution-of-a-tradition-into-a-technology/>
65. <https://dafteejit.com/2015/12/19th-century-brewing-methods-in-germany-and-austria/>
66. https://www.academia.edu/2219677/The_beer_brewing_process_wort_production_and_beer_fermentation

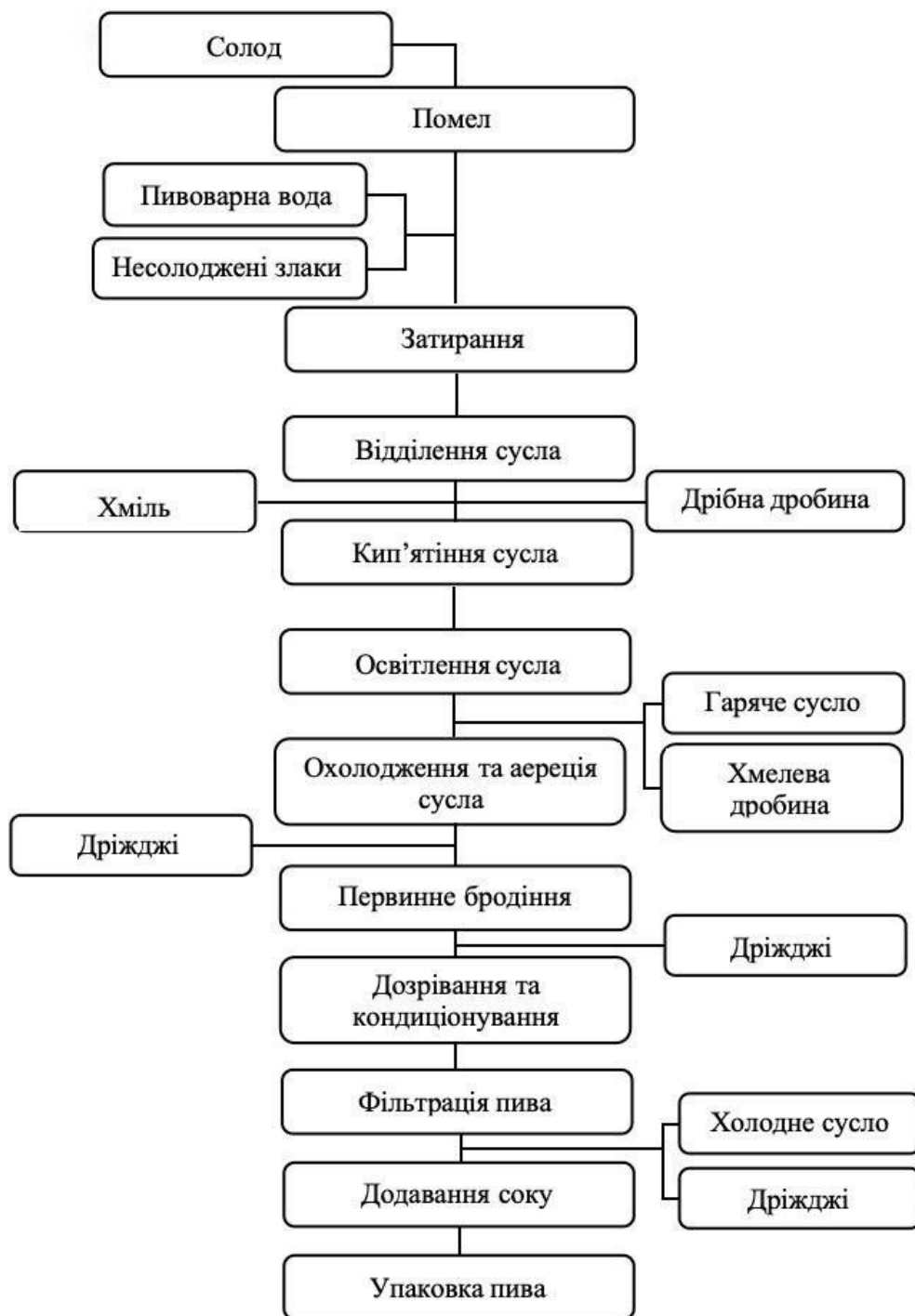
					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						116
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

67. https://www.microbrewerysystem.com/Blog/The_Ultimate_Brewery_Equipment_Checklist_1559.html
68. <https://skeequipment.com/industrial-beer-brewing-equipments-a-complete-guide/>
69. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90722
70. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=105069
71. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90723
72. https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY1/dstu_3888-2015.pdf
73. <https://mova.beer/>
74. <https://shop.mova.beer/knyga-istoriya-pyvovarinnya-v-dnipri>
75. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015.
76. ДСТУ 7103:2020. Пиво. Методи визначення органолептичних показників. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020.
77. ДСТУ 7104:2009. Пиво. Методи визначення масової частки спирту, дійсного екстракту та розрахування сухих речовин у початковому суслі. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009.
78. ДСТУ 4853:2007. Пиво. Правила приймання та методи відбору проб. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2007.
79. ДСТУ 4282:2018. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. ктів» від 06.12.2018 № 2639-VIII.
80. ДСТУ 7067:2009. Хміль. Технічні умови. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ	Арк
						117
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

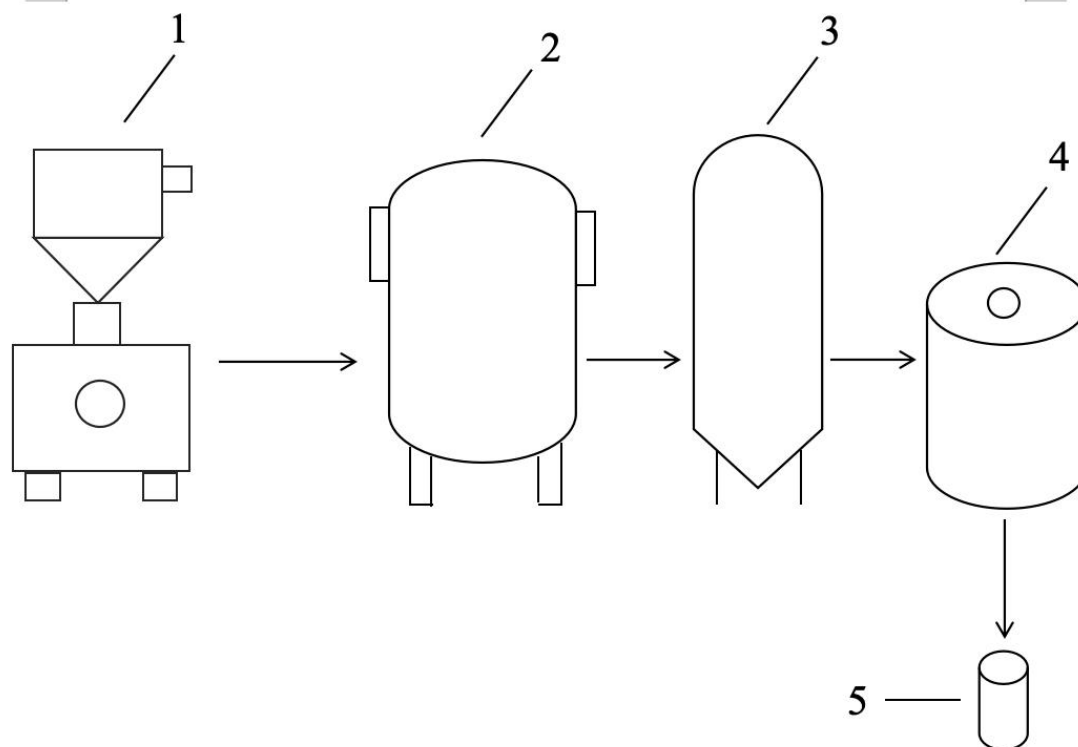
ДОДАТОК А

Технологічна схема виготовлення пива зі смаком вишні



					4-TE-7.2026.181.001.ПЗ		
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТОК А		
Розроб.	Дика О.С.						
Перевір.	Філінська А.О.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.	Черваков				УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП		

ДОДАТОК Б



1 - млин для дроблення; 2 - міні-пивоварня (проходе затирання, фільтрація, варення сусла, охолодження); 3 - міні-ЦКТ; 4 - кега; 5 - банка - бутилка.

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ							
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Дика О.С.			ДОДАТОК Б				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Філінська А.О.									119	120
Реценз.									УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП			
Н. Контр.												
Затверд.		Черваков										

ДОДАТОК В

ТАБЛИЦЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МАСОВОЇ ЧАСТКИ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ВІД ТИСКУ Й ТЕМПЕРАТУРИ

Тем- пера- тура, °C	Тиск, МПа × 10 ⁻¹ (кг/см²)																														
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	
0	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,88	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12				
1	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	0,99	1,02	1,05	1,08	1,11	1,14		
2	0,30	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,87	0,89	0,92	0,95	0,98	1,01	1,03	1,07	1,10	1,12	
3	0,29	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,51	0,53	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,84	0,86	0,89	0,92	0,95	0,97	1,00	1,03	1,06	1,08	
4	0,27	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51	0,54	0,57	0,59	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,83	0,86	0,89	0,91	0,94	0,97	0,99	1,02	1,05	
5	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,45	0,47	0,50	0,52	0,55	0,57	0,60	0,62	0,65	0,68	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,83	0,86	0,88	0,91	0,93	0,96	0,98	1,01	
6	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,41	0,43	0,45	0,48	0,51	0,53	0,56	0,58	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,83	0,85	0,88	0,90	0,93	0,95	0,98	
7	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,46	0,49	0,51	0,54	0,56	0,58	0,61	0,63	0,66	0,68	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	
8	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,68	0,70	0,73	0,75	0,77	0,79	0,82	0,84	0,86	0,89	0,91	
9	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,86	0,88	
10	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,83	0,85	
11	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	
12	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	
13	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,41	0,44	0,46	0,48	0,50	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	
14	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	
15	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,70	0,72	
16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,36	0,38	0,40	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,66	0,68	0,70	
17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,51	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,61	0,63	0,64	0,66	0,68	
18	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,43	0,44	0,46	0,47	0,49	0,51	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,61	0,62	0,64	0,66	
19	0,17	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,40	0,41	0,43	0,45	0,46	0,48	0,49	0,51	0,53	0,54	0,56	0,57	0,59	0,61	0,62	0,64	
20	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43	0,45	0,46	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,56	0,58	0,59	0,61	0,62	
21				0,21	0,22	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,56	0,58	0,59	0,61	
22					0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,56	0,57	0,59	
23						0,22	0,24	0,25	0,27	0,28	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,56	0,57	
24							0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,41	0,43	0,44	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,56	0,57
25								0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44	0,46	0,47	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	

					4-ТЕ-7.2026.181.001.ПЗ							
Вик.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Дика О.С.			ДОДАТОК В				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Філінська А.О.									120	120
Реценз.									УДУНТ ННІ УДХТУ каф. ТПЖ та ХП			
Н. Контр.												
Затверд.		Черваков										