

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет медико-фармацевтичних технологій

Кафедра біотехнології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА КРАФТОВОГО ПИВА
PUMPKIN ALE»**

Виконав : здобувач вищої освіти групи БТ621(3,10д)-02
спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія
освітньої програми Біотехнологія

Дмитро ЯКОВЛЄВ

Керівник: Доцент закладу вищої освіти кафедри біотехнології,
к.фарм.н, доц. Ольга КАЛЮЖНАЯ

Рецензент: Доцент закладу вищої освіти кафедри біотехнології,
біофізики та аналітичної хімії Національного технічного
університету «Харківський політехнічний інститут», к.б.н., доц.
Ірина БЄЛИХ

Харків – 2025 рік

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці технологічного процесу виробництва крафтового пива Pumpkin Ale на вітчизняній крафтовій броварні (1000 л/партія, 14700 л/рік). Мета – організація виробництва з забезпеченням якості, безпеки та екологічності. Виконано аналіз літератури, розроблено технологію, розраховано баланси (сировина 1481,06 кг, продукт 980 кг, втрати 178 кг). Визначено ККТ за HACCP (ДСТУ ISO 22000:2019). Проаналізовано відходи (1230 кг/рік), стоки (76 275 л/рік), викиди (2258 кг CO₂/рік), запропоновано утилізацію (компост, біогаз, CO₂).

Ключові слова: Pumpkin Ale, крафтове пиво, технологія, HACCP, екологічність, утилізація..

ANNOTATION

The qualified robot is dedicated to the development of the technological process for the production of craft beer Pumpkin Ale at the brewery (1000 l/batch, 14,700 l/rique). Meta - organization of production with safe berries, safety and environmental friendliness. The analysis of the literature has been carried out, the technology has been analyzed, the balance sheet has been insured (virgin 1481.06 kg, product 980 kg, waste 178 kg). Designated by CCP for HACCP (DSTU ISO 22000:2019). Outputs (1230 kg/rik), wastewater (76,275 l/rik), wastewater (2258 kg CO₂/rik), and disposal (compost, biogas, CO₂) were analyzed.

Key words: Pumpkin Ale, craft beer, technology, HACCP, environmental friendliness, recycling.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1 Аналітичний огляд.....	6
1.1 Розвиток крафтового пивоваріння у світі	6
1.2 Подолання геополітичних та економічних викликів галузі крафтового пивоваріння в Україні	7
1.3 Характеристика сезонного крафтового пива Pumpkin Ale та перспективність організації на вітчизняній броварні	18
2 Характеристика готового продукту, сировини, матеріалів, напівпродуктів.....	24
2.1 Характеристика готового продукту.....	24
2.2 Характеристика сировини.....	28
2.3 Характеристика біологічного об'єкту.....	31
2.4 Біосинтез цільового продукту.....	36
3 Технологічна частина.....	41
3.1 Розрахунок витрат компонентів.....	41
3.2 Обґрунтування та вибір обладнання	47
3.3 Опис технологічного процесу.....	60
3.4 Схеми виробництва.....	65
3.5 Критичні параметри виробництва	68
3.6 Екологічні аспекти виробництва.....	73
Висновок.....	80
Список використаної літератури.....	82
Додатки.....	88

					162.02.24.00 000 ПЗ			
Змн..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Яковлєв				Організація виробництва крафтового пива Pumpkin Ale Пояснювальна записка	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Калюжная						2	81
.						НФаУ Кафедра біотехнології		
Н. контр.								
Затвердив	Хохленкова							

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах розвитку харчової промисловості України особливу увагу приділено крафтовому пивоварінню, яке поєднує традиційні технології з інноваційними підходами до створення унікальних смакових профілів. Виробництво сезонного пива Pumpkin Ale на вітчизняних крафтових броварнях є актуальним у контексті сучасних тенденцій розвитку харчової промисловості України, зокрема сегменту крафтового пивоваріння. Зростання попиту на унікальні, натуральні та регіональні продукти зумовлює необхідність розширення асортименту броварень сезонними сортами, які відображають локальні традиції та смакові уподобання споживачів. Pumpkin Ale, що характеризується гарбузово-пряним смаковим профілем, відповідає глобальним трендам на сезонні напої, популярним у осінній період, і водночас має потенціал для адаптації до української культури споживання, де гарбуз є традиційним інгредієнтом.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю розробки технологічного процесу виробництва Pumpkin Ale, адаптованого до промислових умов, з урахуванням стандартів якості (ДСТУ 3888:2015, ISO 22000:2018), екологічних вимог (ДСТУ ISO 14001:2015) та принципів НАССР. Важливим є аналіз критичних контрольних точок (ККТ), управління відходами та енергоефективність, що сприяють сталому розвитку галузі.

Мета дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є розробка технологічного процесу виробництва пива Pumpkin Ale на вітчизняному крафтовому підприємстві, як приклад - броварня «Пивна Легенда», для партії 1000 л із забезпеченням високої якості, безпеки та екологічної ефективності, шляхом масштабування рецептури, визначення критичних параметрів і управління відходами.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети визначено

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

такі завдання:

Провести аналіз літературних джерел щодо технологій виробництва крафтового пива та особливостей Pumpkin Ale.

Розробити технологічний процес виробництва пива Pumpkin Ale на основі традиційної рецептури, скласти технологічну та апаратурну схеми виробництва.

Розрахувати матеріальний баланс для партії 1000 л, оцінити втрати та вихід продукту, обґрунтувати обладнання для всіх стадій процесу.

Визначити критичні контрольні точки (ККТ) виробництва відповідно до принципів НАССР.

Проаналізувати екологічні аспекти виробництва, включаючи тверді відходи, стічні води та газоповітряні викиди, та запропонувати методи їх утилізації.

Об'єкт роботи. Технологічний процес виробництва крафтового пива Pumpkin Ale на вітчизняній броварні.

Предмет роботи. Організація технології виробництва пива Pumpkin Ale для партії 1000 л із визначенням критичних параметрів, управління відходами та забезпеченням відповідності стандартам якості й безпеки.

Методи дослідження. У роботі використано комплексний підхід, що включає: теоретичні методи - аналіз літератури, порівняння технологій крафтового пивоваріння, синтез даних для масштабування рецептури, розрахункові методи - складання матеріального та теплового балансів, оцінка втрат, розрахунок продуктивності обладнання, аналітичні методи - визначення ККТ за принципами НАССР, графічні методи – креслення апаратурної схеми та загального вигляду апарату.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблений технологічний процес виробництва пива Pumpkin Ale для партії 1000 л (річна продуктивність 14700 л) дозволяє крафтовому підприємству (на прикладі броварні «Пивна Легенда») розширити асортимент сезонною продукцією, що

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

відповідає ринковому попиту. Визначені ККТ забезпечують безпеку та якість пива відповідно до ДСТУ 3888:2015 та ISO 22000:2018. Пропозиції щодо утилізації відходів (солодова дробина – корм/біогаз, гарбузове насіння – снеки, CO₂ – карбонізація) та енергоефективності (конденсація пари, замкнутий цикл CIP-мийки) сприяють зниженню екологічного впливу та економії ресурсів. Результати можуть бути використані іншими крафтовими броварнями України для виробництва сезонних сортів.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Розвиток крафтового пивоваріння у світі

Пиво є одним із найстаріших і найпоширеніших алкогольних напоїв у світі, і при помірному вживанні воно має низку переваг для здоров'я; воно містить залізо, кальцій, вітамін В і клітковину. Досягнення в технологіях пивоваріння призвели до появи на ринку широкого асортименту продуктів. У сучасній пивоварній індустрії крафтове пиво є одним із найдинамічніших напрямів, що поєднує традиції та інновації у створенні унікальних смаків. Крафтове пивоваріння характеризується невеликими обсягами виробництва, незалежністю броварень та акцентом на якість і унікальність смаків. Воно стало культурним феноменом, що відображає споживчі тенденції до автентичності та різноманітності [9, 17].

Глобальний ринок крафтового пива демонструє стабільне зростання, що пов'язано із значним зсувом у бік слабоалкогольних та безалкогольних напоїв, зумовлений зростанням свідомості споживачів щодо здорового способу життя [30]. Ця тенденція особливо помітна в Європі, де пивоварні впроваджують інновації для покращення смаку слабоалкогольного пива, яке традиційно вважалося несмачним. Наприклад, спостерігається помітне зростання попиту на пиво з об'ємною часткою алкоголю 2,8% або нижче, що дозволяє споживачам насолоджуватися крафтовим пивом без побоювань, пов'язаних з вищим вмістом алкоголю. Ця тенденція призвела до сплеску продажів слабоалкогольного крафтового пива, де важливу роль відіграють мілленіали та покоління Z, які надають пріоритет здоров'ю та прагнуть досліджувати унікальні, різноманітні смаки, що ще більше стимулює розширення ринку.

За даними досліджень Straits Research, ринок оцінювався в \$107,28 млрд у 2024 році та за прогнозами досягне \$242,79 млрд до 2033 року з річним

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

зростанням 9,5% [34].

Згідно світових звітів серед ключових тенденцій 2025 року можна виділити наступні: фокус на доступні стилі - browарні повертаються до флагманських сортів через економічні труднощі, інноваційні смаки - використання фруктів, спецій та трав для створення унікальних профілів, технології - автоматизація виробництва та маркетинг через соціальні мережі, безалкогольне пиво - зростання попиту на низько- та безалкогольні варіанти [8, 30, 34].

1.2 Подолання геополітичних та економічних викликів галузі крафтового пивоваріння в Україні

Україна має багату історію пивоваріння, що сягає XI століття, коли пиво було відоме за часів Київської Русі. Перша промислова browарня з'явилася у Львові в 1715 році. Сучасний ринок пива в Україні прогнозовано зросте до \$1,9 млрд до 2029 року з річним приростом 7% [9, 10, 50]. Крафтове пиво набирає популярності в міських регіонах, особливо серед молоді, яка віддає перевагу преміальним та унікальним сортам.

Повномасштабне вторгнення РФ у 2022 році стало одним із найсерйозніших викликів для малого й середнього бізнесу в Україні. У воєнний час крафтова пивна культура в Україні проходить справжню перевірку на витривалість. Пивоваріння як галузь, що поєднує виробництво, логістику та креативну індустрію, зазнала суттєвих змін. Але, незважаючи на економічні та геополітичні виклики, крафтові browарні адаптуються, пропонуючи сезонні та експериментальні сорти [2, 6, 13, 16]. Досвід українських пивоварень ілюструє здатність адаптації до кризових умов, пошук нових можливостей у межах обмежених ресурсів і формування нових принципів співпраці в індустрії.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Наприклад, пивоварня *First Dnipro Brewery (FDB)*, яка вважається одним із провідних представників крафтового пивоваріння в Україні, що спеціалізується як на виробництві класичних сортів пива, так і на розробці інноваційних, експериментальних зразків, на початку вторгнення, як і багато інших виробництв, тимчасово припинила діяльність. Однак ринок швидко продемонстрував здатність до самоорганізації: попит у центральній та східній Україні, зокрема в Дніпрі, Запоріжжі та Харкові, (на заході України продаж алкогольних напоїв і пива був взагалі заборонений) сприяв оперативному відновленню продажів. Порушення загальнонаціональної логістики призвело до посилення локалізації бізнесу: пивоварня розширила базу дистриб'юторів у Дніпропетровському регіоні, зосередившись на регіональному ринку. Попри регулярні обстріли та нестачу електроенергії, FDB зуміла вийти на довоєнний рівень попиту. Це свідчить про гнучкість управлінських рішень і важливість локального ринку в умовах втрати єдиного національного логістичного простору. Цікавим рішенням для пивоварні було інтеграція цифрових рішень. Використання ChatGPT для створення рецепта American Pale Ale з маракуйєю та абрикосом стало прикладом креативної адаптації в складних умовах. Пиво за цим рецептом не лише вдало реалізувалося, а й стало потужним маркетинговим меседжем про сучасність і відкритість бренду до інновацій [32].

Крім розвитку власного бренду та асортименту, FDB активно підтримує новачків у галузі, зокрема, через надання можливостей контрактного пивоваріння. Такий формат співпраці позиціонується пивоварнею як «проект підтримки» для молодих пивоварів, що сприяє формуванню більш згуртованої професійної спільноти та подальшому розвитку ринку. FDB вже понад вісім років підтримує формат контрактного пивоваріння. У найактивніший період на її потужностях працювали до 30 партнерських проєктів. Нині їх кількість зменшилася до 3–5 через проблеми з логістикою. Проте сам формат

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

залишається перспективним для збереження різноманіття пивного ринку, особливо в умовах браку ресурсів для створення нових виробництв [13].

Окрему увагу заслуговує проєкт FDB співпраці з Південною степовою броварнею «Дрофа» з Херсону [11], що постраждала від окупації. Такі колаборації виходять за межі комерції й відіграють роль соціального капіталу, який укріплює галузеву солідарність.

Ще одним яскравим прикладом пивоварень, що не тільки втрималася «на плаву», а й продовжує розвиватися, шукаючи баланс між викликами реальності та прагненням до творчості, є **Beermaster Brewery**. Beermaster Brewery відкрили у грудні 2021 року, а вже в лютому 2022-го, менш ніж за тиждень після відкриття паба при броварні, плани довелося зупинити. Та попри всі ризики, у травні того ж року виробництво було відновлено. Сьогодні пивоварня - невід’ємна частина інноваційного простору мережі «Сільпо» [19].

Beermaster Brewery сформувала впізнавану лінійку постійних сортів, які мають стабільний попит: світлий ель TOP HOPS, пшеничне POLONEZ, пілз Enjoy 10, стаут BOG SPIRIT та подвійна IPA WILD STORM. Водночас броварня активно підтримує експериментальний курс. Вишукані сорти з серії Barrel Aged Projekt, фруктові кислі сорти (GoseTonic, Michelada) та екзотичні Milkshake IPA стали не лише реакцією на смаки споживачів, а й прикладом технологічної гнучкості [13].

Усе це реалізується в умовах високої невизначеності - нестабільність логістики, стрибки цін на сировину, кадрові ризики. Однак команда знаходить способи адаптації. Зокрема, використовує як імпорتنі інгредієнти (хміль із США та Нової Зеландії, солод Weyermann), так і українську сировину, поступово нарощуючи частку локального виробництва без шкоди для якості.

Окрему увагу у Beermaster Brewery приділяють технічному забезпеченню. Устаткування дозволяє варити будь-який стиль пива. У броварні діє власна мінілабораторія, що контролює якість на кожному етапі, зокрема стан дріжджової культури. Це забезпечує стабільність смаку та

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

аромату. Вода проходить складну підготовку, зокрема осмотичне очищення та мінералізацію відповідно до стилю пива. Такий підхід дозволяє зберігати якість навіть за обмеженого доступу до ресурсів у воєнний час.

У розпал війни Beermaster Brewery долучилася до підтримки українських захисників, випустивши безалкогольне пиво «Вірю в ЗСУ», яке передавалося в госпіталі для поранених. Це не просто маркетингова акція — це приклад того, як виробник перетворює свій продукт на частину соціального руху.

Крім того, пивоварня бере участь у благодійних заходах, наприклад, у мініфестивалі на День Києва, що об'єднав 9 українських броварень та фонд «Птахи». Ці акції показують, що пивна культура може бути інструментом єднання та підтримки громади. Команда активно працює над колабораційними проєктами. Серед яскравих прикладів - спільне пиво з британською Neptun, присвячене Євробаченню, та сезон із трояндою, зварений у кооперації з броварнею «Правда» й фермером Орестом Дейнеки.

Наразі Beermaster Brewery працює з потужністю близько 15000 літрів на місяць, має сучасну лінію розливу в банки, активно працює над розширенням присутності у магазинах «Сільпо» під брендом Craft to go. Однак вартість виробництва зросла критично. Тому пивоварня, як і багато інших в Україні, змушена балансувати між креативом і економікою [13].

Слід відмітити й роботу крафтової компанії «**Волинський Бровар**», яка за більше ніж 10 років роботи перетворилась з невеликої ініціативи на національного виробника з експортними амбіціями [49].

Від самого початку ставка зроблена на розширення лінійки продуктів і задоволення смаків споживача. У портфелі компанії – близько 50 сортів пива, а також сидри, енергетики, комбуча і навіть її алкогольна версія – hard kombucha. Така широта асортименту свідчить про гнучкість бренду, готовність до експериментів та уважність до споживчих трендів.

Сировинна політика пивоварні базується на патріотичному принципі –

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

80% української сировини, зокрема славутського солоду, однак доповненої якісним імпортом. Це дозволяє створювати продукти міжнародного рівня без втрати локального духу. Використання американського, німецького, новозеландського та чеського хмелю свідчить про бажання інтегрувати глобальні практики у виробничий процес.

Водночас особлива увага приділяється обладнанню. «Волинський Бровар» інвестує в високотехнологічні системи, серед яких – німецький модуль холодного охмелення та сепаратор GEA Plug&Win. Це забезпечує стабільність якості, ароматичну точність і відповідність продукту найвибагливішим смакам. Власна свердловина і дворівнева система водопідготовки лише посилюють виробничу автономність підприємства.

Каналами збуту та позиціонування на ринку є охоплення 80% українських супермаркетів, гнучкість у тарі (скло, банка, ПЕТ, кеги), співпраця з HoReCa – усе це вказує на грамотне масштабування логістики. Особливу увагу приділено збереженню унікальності: фірмова пляшка на 0,35 л від Рокитнівського склозаводу, що додає ще й маркетингової цінності бренду, - приклад локального партнерства, яке дає результат.

На додачу до цього, експериментальні лінійки компанії «Волинський Бровар» (барлівайн, ginger beer, пробіотичні напої) працюють на нішеву аудиторію, котра прагне новизни та сенсорного різноманіття. Це не лише розширює цільову аудиторію, а й підвищує лояльність постійних споживачів.

Попри високу конкуренцію на європейському ринку, «Волинський Бровар» уже експортує продукцію до Польщі та країн Балтії. Європейський споживач, розпечений якісним крафтом, вимагає високих стандартів. Тому участь у виставках, зворотний зв'язок від дегустацій та вивчення трендів – це не просто PR, а основа стратегії входження на нові ринки [13].

Театр пива «Правда» - один із перших українських ініціаторів крафтового пивоваріння, що заклав фундамент для сучасної культури споживання пива в країні. Запровадивши не лише нові сорти, але й соціальну

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

й благодійну складову у свою діяльність, пивоварня стала символом інноваційного бізнесу та громадянської активності в умовах війни [15]. На початку 2022 р. броварня тимчасово припинила варіння пива, щоб виготовляти коктейлі Молотова, а відновивши роботу зупинилась на нових видах – наприклад, експортна серія з автентичними українськими інгредієнтами (Зеник зі Львова, 100 років УНР, бланш з карпатськими спеціями). У зв’язку з проблемами з електропостачанням восени 2022 року пивоварня «Правда» була змушена адаптувати свою виробничу діяльність. Це спричинило зміну технологічних процесів варіння окремих сортів пива. У результаті з’явилися три нові сорти, які планувалися як одні, але внаслідок обставин набули інших характеристик. Їх об’єднали під спільною назвою «Витівка». Насправді власники варили звичний бельгійський трипель «Сила», однак через зміну умов він набув інших смакових властивостей, в результаті чого лінійка була поповнена новими видами «Витівка № 1», «Витівка № 2» і новинка – міцний світлий ель «Витівка № 3» [13].

Для власників броварні крафтове пивоваріння стало не лише виробництвом, а й формою самовираження. Через етикетки, назви сортів (наприклад, Putin Huylo, Frau Ribbentrop, Від Сяну до Дону) підприємці формують суспільні меседжі й долучають до них світову спільноту. Це демонструє, наскільки пиво може бути не просто продуктом, а інструментом культурної та політичної комунікації. Модель Театру пива «Правда» становить приклад інноваційного та соціально орієнтованого бізнесу в умовах кризи.

Ще одним прикладом крафтової броварні, яка розвивається в умовах війни, є «*Пивна Легенда*», яка входить до групи компаній Valex Company. Броварня розташована в Харкові на місці колишньої пивоварні Ольховського, відродила заявлену з 1798 року традицію пивоваріння. На ринку пивоварня позиціонується як «найстаріша у Слобожанщині», що відроджує краще з історії та інноваційного підходу, зокрема через музей-броварню, екскурсії,

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

фірмові магазини. Підприємство позиціонує себе як автентичний виробник, що поєднує технології XIX століття із сучасними стандартами якості: ретельне очищення води, якісний солод (вітчизняний і імпортований), хмелі з Чехії, Німеччини та далекого зарубіжжя, дріжджові культури бездоганної чистоти [1].

Обладнання практично всієї броварні виготовлене харківськими підприємствами («Промтехмонтаж-04»), а також додані нові ЦКТ, куплені під час війни у Львові. Проведено активну модернізацію виробництва, що дозволило підтримати асортимент і технологію виробництва [12].

Асортимент броварні налічує постійні, сезонні та експериментальні сорти, у пляшках та розливне, типи пива: лагери (низьке бродіння), елі (верхове бродіння), стаути, спеціальні сорти з додаванням фруктів, спецій чи ягід. Формат реалізації: кеги (для розливних точок у Харкові), скляні пляшки, доставка через фірмові магазини та Нову Пошту. Асортимент може змінюватися залежно від сезону та попиту. Деякі сорти (зокрема нові експериментальні) можуть бути доступні лише в обмеженій кількості через крафтову специфіку виробництва. Броварня активно розвиває мережу фірмових магазинів у Харкові (наприклад, на пр. Героїв Харкова, 135А та 214/2) та пропонує безкоштовну доставку замовлень від 1000 грн [1].

Характеристика сировини, що використовує броварня:

1. Солод - вітчизняний та імпортований (ячмінний, пшеничний, житній).
2. Хміль - чеський, німецький (традиційні сорти), американський, австралійський, новозеландський (крафтові сорти).
3. Дріжджі - американські штами від White Labs.
4. Вода - ретельно очищена, адаптована до стилю пива.

Усі сорти нефільтровані та непастеризовані, що зберігає живий смак [1].

Приклади та характеристика пива у пляшках:

Столове Ольховського, стиль - Лагер у чеському стилі Czech Pilsner

Пільзнер належить до класичних сортів низового бродіння та є одним із

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

найвідоміших представників лагерного пива. Його висока популярність зумовлена виразним смаковим профілем та характерним ароматом.

Цей стиль пива вирізняється прозорим, насиченим золотистим кольором і типовим пивним ароматом, у якому чітко відчуваються делікатні, але помітні хмелеві ноти. Смаковий букет поєднує в собі м'яку хмелеву гіркоту з легкими солодовими тонами, що формує приємне, освіжаюче враження. Баланс між хмелевою гірчинкою та солодовою основою забезпечує гармонійність і питкість напою.

Характеристики пива пльзенського типу:

- початкова екстрактивність сусла (OG): 12%;
- гіркота (IBU): 23;
- вміст алкоголю (ABV): 4,0%.

Пшеничний Резерв, стиль - Класичний німецький HefeWeizen.

Напій характеризується м'якою вершковою текстурою, виразним дріжджовим ароматом з бананово-гвоздичними відтінками та сухим післясмаком, що робить його особливо освіжаючим.

Історично цей стиль бере свій початок з Нижньої Баварії, де був уперше зварений у 1520 році. Впродовж довгого часу виробництво пшеничного пива залишалося монополією родини Дегенбергів та баварського герцога Максиміліана I, під керівництвом якого працювала відома броварня «Браун Хофбройхауз». Лише з 1761 року право на виробництво цього стилю отримали й інші пивоварні на території Німеччини.

Характеристики Пшеничного Резерву:

- початкова густина сусла (OG): 12,5%;
- гіркота (IBU): 18;
- вміст алкоголю (ABV): 4,5%.

Важливою ознакою цього сорту є використання суміші пшеничного та ячмінного солоду, що сприяє формуванню специфічного смаку з фруктовими пряними нюансами. Формування характерного аромату відбувається

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

внаслідок активного утворення ефірів при підвищених температурах у процесі бродіння. Завдяки нефільтрованості, напій має природну каламутність і світлий, злегка солодкуватий колір.

Філософське Темне, стиль - Класичний англійський Milk Stout (молочний стаут).

Темний кавово-молочний стаут є представником насичених десертних сортів пива, що вирізняється своєю глибокою органолептичною складністю та вишуканим поєднанням смакових компонентів. Напій має насичений темно-коричневий, майже чорний колір та оксамитову текстуру, яка підкреслює його гастрономічну привабливість.

У профілі аромату домінують відтінки обсмаженого ячменю, асоційовані з нотами свіжозвареної кави, які доповнюються нюансами темного шоколаду. Така композиція створює багатий і гармонійний смаковий комплекс. Наявність помірної хмелевої гіркоти та делікатного хмелевого аромату врівноважує солодовий базис, забезпечуючи збалансованість загального враження від напою.

Характеристики сорту:

- початкова щільність суслу (OG): 16%;
- індекс гіркоти (IBU): 18;
- вміст алкоголю (ABV): 4,7%.

Такий стаут ідеально підходить для споживачів, що цінують складні темні сорти пива з десертними характеристиками та м'якою, але насиченою смаковою палітрою.

Святкове, стиль - Класичний American IPA.

Святкове пиво - це варіація світлого елю у стилі American IPA, що характеризується помірною міцністю та інтенсивним ароматичним і смаковим хмелевим профілем. Напій вирізняється вираженою охмеленістю, яка проявляється в багатогранному поєднанні хвойних, смоляних, фруктових та пряних відтінків, притаманних сучасним американським сортам хмелю.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Історично IPA (India Pale Ale) зародився у Великобританії як міцніша та більш охмелена версія елю, адаптована для транспортування до колоній. Сьогодні ж у американській інтерпретації цей стиль набув більш виразного хмелевого акценту з типовими цитрусовими і тропічними нотами.

Характеристики:

- початкова щільність суслу (OG): 13%;
- індекс гіркоти (IBU): 21;
- вміст алкоголю (ABV): 4,5%.

Хмелевий компонент у цьому сорті формують сучасні північноамериканські хмелі — Citra, Chinook та Mosaic, які забезпечують виразний аромат із домінуванням цитрусових, хвойних і смолистих відтінків. Солодовий профіль пива є помірно вираженим і збалансованим, з легкими нюансами зернових, карамелі й тостового хліба, що м'яко доповнюють хмелеву гіркоту та аромат.

Даний зразок IPA є інтерпретацією британського стилю з адаптацією до сучасних американських смацевих тенденцій. Таке поєднання класичних та інноваційних підходів до хмелевого профілю створює оригінальний напій з насиченим ароматом, що пасує до святкової атмосфери та смаків поціновувачів сучасного крафту.

Сезонне, стиль - Spiced Beer.

Це міцний, тягучий, карамельний Бельгійський Ель. Варимо виключно із солоду - Weurmann. Бельгійські дріжджі надають неперевершений аромат і стійку кремову піну та солодкуватий карамельний смак смолоду.

Характеристика:

Щільність, OG - 16%

Рівень гіркоти, IBU - 23

Міцність, ABV - 5,4%

Також пропонуються розливне пиво: Столове Ольховського (Лагер, Munich Helles), Пшеничний Резерв (Пшеничний ель, Weissbier), Філософське

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Темне (Молочний стаут, Milk Stout), Кобзар Портер, APArillo American Pale Ale (Американський пейл-ель, APA), Dead Z, Nelson Blanc (Спеціальний ель), Томаківська Січ, Хортицька Січ, Святкове, Сезонне .

Восени 2022 року Харків перебував під заборонаю продажу алкоголю, тому виробництво перенаправило продукцію до інших областей України. Проте завдяки зусиллям команди виробництво не припинялося, а вже з червня 2022-го почався поступовий розвиток: відкриття восьми фірмових крамниць, нарощення штату до 25 осіб, зростання обсягів виробництва

У зв'язку з припиненням роботи дистриб'юторів солоду (Weyermann, BESTMALZ) і Куп'янської солодовні, броварня налагодила співпрацю з «Канів-солодом» і «Чернігів-Пет-технолоджіз» для забезпечення безперервної роботи. Проблеми транспортування вирішували маршрутизацією через Кропивницький. Ці фактори призвели до зростання ціни пива на 30–40 %, проте попит залишився стабільним, і продукція постачається в 10 областей України [2].

Броварня «Пивна Легенда», що входить до групи компанії Балекс, і яка пропонується для організації нового виду сезонного пиву, демонструє стійку модель крафтового виробництва, успішно поєднуючи історичну спадщину, технологічний розвиток і оперативність адаптації під час військового часу.

Вищенаведені кейси є прикладами, як крафтові підприємства можуть вистояти й продовжувати інноваційний розвиток, навіть у складних соціально-економічних обставинах.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Характеристика сезонного крафтового пива Pumpkin Ale та перспективність організації на вітчизняній броварні

Пиво буває широкого діапазону кольорів, міцності та смаків, що обумовлені стилем пива. Стил – це сукупність сенсорних, історичних, технологічних та інших характеристик, що описують певний тип пива. Більшість класичних стилів виникли в Європі, але крафтові пивовари по-різному ставляться до стилів. Деякі дотримуються автентичних версій класики, тоді як інші використовують стилі як натхнення, але переосмислюють їх на основі доступних методів, матеріалів або сировини. Деякі пивовари взагалі ігнорують стилі та вважають за краще варити пиво, яке стоїть самостійно, без жодного стилістичного посилення [5].

Світ пива найчастіше ділиться на елі та лагери. Кожна з цих великих традицій має свою власну історію та асортимент продуктів, але головною відмінною рисою є температура ферментації та дріжджі, адаптовані до відповідних температур. Найчастіше у виробництві крафтового пива використовуються: *Saccharomyces cerevisiae* та *Saccharomyces pastorianus* [4].

Дріжджі, що виробляють пиво в стилі ель, працюють за вищих температур - від 16° до 21°C (верхнє бродіння), що надає продукту більше ефірів (більш фруктове пиво), швидшу ферментацію (більше розмноження клітин) та більше утворення вищих спиртів (алкогольний смак). Дріжджі, що виробляють пиво в стилі лагер - від 5 до 10°C (нижнє бродіння), працюють за нижчих температур ферментації. При холодніших температурах ферментації та близько нуля для кондиціонування - дріжджі виробляють мало власного смаку. В результаті, лагери, як правило, підкреслюють чисті, незабруднені смаки та аромати солоду та хмелю. Окрім культурних дріжджів також можуть використовуватись дикі або ендогенні, присутні у сировині, на основі яких виробляють пиво стилю ламбік [14].

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Окрім класичних категорій стилів, існує цілий інший спектр можливостей. Деякі з них ґрунтуються на історичних рідкісних сортах, але більшість є просто прикладами винахідливості та майстерності пивоварів. Прикладами таких спеціальних видів пива, багато з яких відносяться до сезонних, є: фруктове, медове, гарбузове, пиво з чилі, з травами та спеціями.

Особливе місце серед сезонних сортів займає Pumpkin Ale (гарбузовий ель) - пиво з додаванням гарбуза та прянощів, яке має багату історію та специфічні технологічні особливості. Організація виробництва такого пива потребує комплексного підходу, що враховує біотехнологічні, технологічні та організаційні аспекти [35, 37].

Pumpkin Ale має американське походження, винайдений колоністами XVIII століття. Гарбуз, як основний інгредієнт, багатий на крохмалі та цукри, що робить його цінним для ферментації. Історично рецепт включав лише гарбузовий сік, що більше нагадувало гарбузове вино, але з часом до рецептури додали солод і хміль, що сформувало сучасний стиль [37].

Технологічний процес виробництва Pumpkin Ale складається із таких етапів [35, 37, 40]:

1. Виготовлення солоду

Для Pumpkin Ale використовують різні види солоду: Pale Ale, Munich I, Caramunich I, Caraaroma, Melanoidin, що забезпечують золотисто-оранжевий колір і багатий смаковий профіль. Виготовлення солоду включає пророщування зерна (ячмінь, пшениця) з подальшим сушінням при різних температурах для отримання необхідної ступені обсмаження.

2. Затирання суслу

Солодовий помел змішують з водою, де ферментативні процеси трансформують крохмаль у прості цукри, формуючи солодкувате сусло.

3. Додавання гарбуза і прянощів

Гарбуз може додаватися у вигляді сирих кубиків, запеченого пюре або соку. Запікання гарбуза при температурі близько 190°C протягом 90 хв

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

дозволяє розкрити аромат і полегшує ферментацію крохмалів, а також карамелізує цукри і розкриває пряні нотки, які потім інтегруються в смаковий профіль пива. Прянощі додають у різні етапи: у котел, ферментер або у вигляді настою, що впливає на інтенсивність і характер аромату. Прянощі (кориця, гвоздика, мускатний горіх) додають на різних етапах, що дозволяє варіювати інтенсивність і характер аромату. Важливо контролювати їх кількість, щоб не перебити основний смак гарбуза і солоду.

4. Охмелення та ферментація

Хміль додають для балансу гіркоти і аромату, найчастіше використовують сорти, що надають трав'яні, цитрусові та ягідні ноти. Ферментація відбувається у закритих чанах при контролі температури і тиску, що забезпечує оптимальні умови для дріжджів і стабільність процесу.

5. Фільтрація, карбонізація і розлив

Після ферментації пиво фільтрують для досягнення прозорості, застосовуючи гідроциклон і фільтри. Карбонізація може бути природною або примусовою, остання є більш поширеною на крафтових виробництвах через швидкість і контроль якості. Розлив здійснюється під протитиском для збереження CO₂ і запобігання окисленню.

Виробництво Pumpkin Ale вимагає глибоких знань у біотехнології: контроль ферментації, вибір дріжджів, стабілізація продукту, а також управління мікробіологічною чистотою. Використання натуральних інгредієнтів, таких як гарбуз і прянощі, створює додаткові виклики у контролі якості та стабільності смаку.

Таким чином, для організації виробництва крафтового Pumpkin Ale на вітчизняному підприємстві, необхідно: забезпечити якісну сировину (солод, гарбуз, хміль, дріжджі) та контроль їх характеристик, впровадити технологічний процес з урахуванням особливостей додавання гарбуза і прянощів, встановити систему контролю якості на всіх етапах виробництва, забезпечити відповідність виробництва вимогам крафтової пивоварні,

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

організувати маркетинг і позиціонування продукту як сезонного, унікального пива з характерним смаком і ароматом.

Броварня «Пивна Легенда», частина ТОВ «КОМПАНІЯ БАЛЕКС», відома натуральними інгредієнтами та сезонними сортами. На наш погляд, її досвід робить її ідеальною для виробництва Pumpkin Ale. Цей вид пива має потенціал на українському ринку завдяки попиту на сезонні сорти серед молоді. Броварня оснащена сучасним обладнанням від українського виробника ТОВ «Проммонтаж-04» із продуктивністю 2000 л/варка, що ідеально відповідає потребам виробництва Pumpkin Ale. Заявлена продуктивність 2000 л/варка дозволяє виготовляти серії по 1000 л із резервом, що забезпечує гнучкість у плануванні та мінімізує ризики перевантаження. Розрахунки, наведені у розділі 3, показують, що обладнання (заторний чан, сушловарний котел, ЦКТ, лагерні танки) відповідає обсягу однієї серії. Наявність декількох встановлених ЦКТ і лагерних танків забезпечує паралельну ферментацію та дозрівання, дозволяючи виробляти необхідний об'єм серії. Обладнання дозволяє обробляти нетрадиційні інгредієнти, зокрема гарбузове пюре. Розташування в історичних підвалах створює природні умови для дозрівання пива, зменшуючи енерговитрати на охолодження.

Броварня випускає постійні, сезонні та експериментальні сорти пива. Це свідчить про здатність працювати з нестандартними інгредієнтами та адаптувати рецептури. Pumpkin Ale, із гарбузовим пюре, корицею, гвоздиком та мускатним горіхом, вписується в лінійку інноваційних сортів із насиченим смаком.

Використання імпортованих хмелів (чеський, американський, новозеландський) і дріжджів White Labs (США) забезпечує стабільний профіль нового виду пива Pumpkin Ale. Доступ до локального солоду (вітчизняний ячмінний, пшеничний, житній) та очищеної води знижує собівартість виробництва. Досвід роботи з нефільтрованим і

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

непастеризованим пивом гарантує збереження живого смаку, характерного для крафтових сортів.

«Пивна Легенда» має сильну позицію на українському ринку крафтового пива, що сприяє успішному просуванню Pumpkin Ale. Ринок крафтового пива в Україні зростає на 7–10% щороку, із піковим попитом на сезонні сорти восени (вересень–листопад). Pumpkin Ale ідеально відповідає цій тенденції, пропонуючи унікальний осінній смак.

Броварня має фірмові магазини та співпрацює з розливними точками в Харкові. Доставка через Нову Пошту розширює географію продажів. Формати розливу (кеги, пляшки) відповідають потребам HoReCa (Hotel, Restaurant, і Catering/Cafe) та роздрібних покупців.

«Пивна Легенда» позиціонує себе як броварня з історичними традиціями (заснована на базі дореволюційних підвалів) та інноваційним підходом. Pumpkin Ale, як сезонний сорт, підсилює імідж завдяки унікальності та асоціаціям із осінніми святами (Геловін). Соціальні мережі та сайт [1] активно просувають новинки, що забезпечує швидке залучення аудиторії. Історичний контекст броварні додає унікальності та привабливості для виробництва Pumpkin Ale.

Як харківська броварня, «Пивна Легенда» має сильну підтримку місцевої спільноти. Pumpkin Ale може стати символом осіннього Харкова, залучаючи туристів і місцевих поціновувачів крафту. Співпраця з локальними постачальниками гарбуза (Харківська область) підкреслює регіональну ідентичність і підтримує економіку.

Таким чином, крафтове пивоваріння в світі та Україні розвивається, попри виклики. «Пивна Легенда» має міцну основу для виробництва Pumpkin Ale завдяки досвіду, натуральним інгредієнтам та інноваційним методам, тому для організації виробництва нового сезонного виду пива нами обрана ця броварня.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО ПРОДУКТУ, СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ, НАПІВПРОДУКТІВ

2.1 Характеристика готового продукту

Найменування продукту та виробник

Найменування продукту: Пиво крафтове нефільтроване «Pumpkin Ale» (Гарбузовий Ель).

Повна назва виробника: Товариство з обмеженою відповідальністю «КОМПАНІЯ БАЛЕКС», броварня «Пивна Легенда», вул. Немишлянська, м. Харків, Україна (Balex Company, Beer Legend).

Категорія та номер діючого нормативно-технічного документа (НТД)

Категорія: Пиво спеціальне нефільтроване, сезонний сорт (ель із додаванням гарбуза та прянощів).

Діючі НТД:

ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови» – основний стандарт для пивоварної продукції в Україні, що визначає вимоги до якості, безпеки та маркування пива.

ТУ У номер для продукту «Пивної Легенди».

ДСТУ ISO 22000:2019 Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі (ISO 22000:2018, IDT) – стандарт безпеки харчових продуктів, якому відповідає броварня.

Упаковка та маркування продукту

Упаковка:

Скляні пляшки: Об'єм 0,5 л, темне скло для захисту від сонячного світла. Очікуваний розлив: 2000 пляшок (70% партії).

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кегі: Нержавіюча сталь, об'єм 50 л (10 кег, 30% партії) для постачання в бари та ресторани.

Упаковка герметична, відповідає ДСТУ 3888:2015, забезпечує збереження якості продукту.

Маркування:

Етикетка містить:

Назва: «Pumpkin Ale» (Гарбузовий Ель).

Виробник: ТОВ «КОМПАНІЯ БАЛЕКС», броварня «Пивна Легенда», Харків, Україна.

Склад: вода, солод ячмінний (Pale Ale, Caramel 40L, Munich), гарбуз, хміль (Magnum, Saaz), прянощі (кориця, гвоздика, імбир, ваніль), дріжджі, декстроза.

Алкоголь: 5–6% об.

Термін придатності: 3 місяці при температурі 2–10°C.

Дата виробництва та номер партії.

Штрих-код, позначка ДСТУ 3888:2015, застереження щодо вживання (18+).

Дизайн етикетки: Осінні мотиви (гарбуз, спеції), що відповідає сезонності продукту.

Зовнішній вигляд, кількісний і якісний склад кінцевої продукції

Зовнішній вигляд:

Колір: Золотисто-помаранчевий, можлива легка каламутність через нефільтрований характер.

Піна: Густа, стійка, кремового відтінку.

Аромат: Печений гарбуз, легкі ноти кориці, гвоздики, імбиру, ванілі, трав'яний хміль.

Смак: М'який, злегка солодкуватий, із вираженим гарбузовим профілем, пряними нотами та сухим фінішем.

Кількісний склад (на 1000 л партії):

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Солод: 250 кг (Pale Ale – 200 кг, Caramel 40L – 25 кг, Munich – 25 кг).

Гарбуз: 100 кг (печений, очищений).

Хміль: Magnum – 480 г, Saaz – 360 г.

Прянощі: Кориця – 40 г, гвоздика – 20 г, імбир – 80 г, ваніль – 40 г (8 стручків).

Ірландський мох: 40 г.

Декстроза: 8 кг (для карбонизації).

Дріжджі: WLP002 English Ale (2 л стартера).

Вода: 1120 л (з урахуванням промивки дробини).

Якісний склад (основні показники):

Масова частка:

Сухі речовини: 12–14% (залежить від початкової густини OG 1,050–1,060).

Алкоголь: 5–6% об.

Вуглекислий газ (CO₂): 2,5–2,7 об'ємів.

Фізико-хімічні показники:

Початкова густина (OG): 1,050–1,060.

Кінцева густина (FG): 1,010–1,015.

Гіркота (IBU): 20–25.

pH: 4,2–4,6.

Колір (SRM): 8–12 (золотисто-помаранчевий).

Мікробіологічні показники (згідно з ДСТУ 3888:2015):

Загальна бактеріальна забрудненість: < 100 КУО/мл.

E. coli: Відсутня в 100 мл.

Дикі дріжджі: < 10 КУО/мл.

Патогенні мікроорганізми: Відсутні.

Основні фізико-хімічні та мікробіологічні показники наведено у табл.

2.1.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Основні фізико-хімічні та мікробіологічні показники Pumpkin Ale

Показник	Значення
фізико-хімічні:	
Початкова густина (OG)	1,050–1,060
Кінцева густина (FG)	1,010–1,015
Алкоголь (ABV)	5–6% об.
Гіркота (IBU)	20–25
Колір (SRM)	8–12
pH	4,2–4,6
CO ₂	2,5–2,7 об'ємів
мікробіологічні:	
Загальна бактеріальна забрудненість	< 100 КУО/мл
E. coli	Відсутня в 100 мл
Дикі дріжджі	< 10 КУО/мл
Патогенні мікроорганізми	Відсутні

Біологічний агент: Дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* (штам WLP002 English Ale або аналог, наприклад, Safale S-04). Цей штам забезпечує м'який фруктовий профіль, що гармонує з гарбузовими та пряними нотами.

Основне призначення продукту

Призначення: Пиво крафтове «Pumpkin Ale» призначене для споживання як сезонний напій преміум-класу, орієнтований на осінній період. Його унікальний смак (гарбуз із прянощами) робить продукт популярним серед любителів крафтового пива, які цінують інноваційні та сезонні сорти. Продукт підходить для вживання в ресторанах, барах або вдома, як самостійний напій або в поєднанні з осінніми стравами (гарбузові пироги, м'ясні страви).

Класифікація: Відповідно до стилю BJCP (Beer Judge Certification Program), Pumpkin Ale належить до категорії «21B. Specialty IPA» або «30A. Spice, Herb, or Vegetable Beer» із додаванням гарбуза та прянощів [43].

Особливі заходи при зберіганні та транспортуванні

Температура зберігання: 2–10°C для забезпечення стабільності смаку та мікробіологічної чистоти.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Термін придатності: 3 місяці при температурі 2–10°C (за аналогією з іншими сортами «Півної Легенди» та стандартами для нефільтрованого пива).

Вологість: Помірна (50–70%), щоб уникнути корозії кег або псування етикеток на пляшках.

Вплив сонячного світла: Темне скло пляшок і непрозорі кеги захищають від ультрафіолету, що запобігає «світловому удару» (появі запаху сірки).

Транспортування:

Використовуються рефрижератори з температурою 2–10°C.

Упаковка (пляшки, кеги) закріплюється для запобігання пошкоджень.

Дотримання умов ДСТУ 3888:2015 щодо транспортування харчових продуктів.

Особливі заходи:

Регулярна перевірка герметичності кег і пляшок.

Контроль температури під час дистрибуції, особливо в умовах війни, коли логістика може бути ускладненою.

2.2 Характеристика сировини

Для виробництва крафтового пива «Pumpkin Ale» на вітчизняній броварні використовується сировина, матеріали та напівпродукти, які відповідають вимогам якості, встановленим нормативно-технічними документами (НТД) України. Сировина поділяється на основну (входить до складу кінцевого продукту), допоміжну (використовується для технологічних потреб), матеріали (упаковка, фільтри) та напівпродукти (проміжні продукти технологічного процесу). Усі компоненти проходять вхідний контроль якості для забезпечення безпеки та стабільності смакових характеристик пива. Характеристики сировини, матеріалів і напівпродуктів наведено в таблиці 2.2,

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

з урахуванням показників, визначених НТД, та додаткових параметрів, важливих для виробництва.

До основної сировини належать інгредієнти, які безпосередньо формують склад і смаковий профіль пива: вода, солод, гарбуз, хміль, дріжджі, декстроза, прянощі (кориця, гвоздика, імбир, ваніль). Ці компоненти відповідають ДСТУ та міжнародним стандартам пивоваріння.

Допоміжна сировина включає ірландський мох для осадження білків, миючі та дезінфікуючі засоби для обробки обладнання, а також солі для корекції мінерального складу води.

Матеріали охоплюють упаковку (скляні пляшки, кеги, етикетки), а також фільтри для забезпечення чистоти суслу та готового пива.

Напівпродукти включають неохмелене пивне сусло та гарбузове пюре, які є проміжними продуктами технологічного процесу.

Усі компоненти проходять вхідний контроль у лабораторії броварні для відповідності НТД та забезпечення безпеки кінцевого продукту.

Таблиця 2.2

Характеристика сировини, матеріалів і напівпродуктів

Найменування	Категорія та номер НТД	Показники НТД, обов'язкові для перевірки	Примітка
1. Основна сировина			
Вода	ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості	Жорсткість: 1–4 мг-екв/л; рН: 6.5–8.5; мікробіологічна чистота (E. coli відсутня); вміст хлоридів: < 250 мг/л, сульфатів: < 250 мг/л	Використовується для затирання, промивки дробини, корекція мінерального складу (Ca ²⁺ , SO ₄ ²⁻) для елів
Гарбуз	ДСТУ 3190-95 Гарбузи продовольчі свіжі. Технічні умови	Вміст цукрів: > 6%; вологість: 85–90%; відсутність пестицидів; органолептика (без гнилі, солодкий смак)	Печений для додавання цукрів і смаку, 100 кг на 1000 л

Декстроза (глюкоза)	ДСТУ 4464:2005 Глюкоза кристалічна гідратна	Чистота: $\geq 99\%$; вологість: $< 0.5\%$; відсутність домішок	Для карбонізації, 8 кг на 1000 л
Дріжджі (WLP002 English Ale)	ДСТУ 7344:2022 Дріжджі пивні	Життєздатність: $> 90\%$; чистота культури; активність бродиння; відсутність диких дріжджів	Забезпечують ферментацію, 2 л стартера на 1000 л
Солод Карамельний (Caramel 40L)	ДСТУ 4282:2004 Солод пивоварний ячмінний	Вологість: $< 5\%$; екстрактивність: $> 75\%$; колір: 35–45 ЕВС; білок: 9–12%	Надає колір і солодкість, 25 кг на 1000 л
Солод Мюнхенський (Munich)	ДСТУ 4282:2004	Вологість: $< 5\%$; екстрактивність: $> 78\%$; колір: 15–25 ЕВС; білок: 9–12%	Надає тіло пиву, 25 кг на 1000 л
Солод Пейл Ель (Pale Ale)	ДСТУ 4282:2004	Вологість: $< 5\%$; екстрактивність: $> 80\%$; колір: 5–10 ЕВС; білок: 9–12%	Основний солод, 200 кг на 1000 л
Хміль Magnum	ДСТУ 7067:2009 Хміль.	Альфа-кислоти: 10– 14%; вологість: $< 10\%$; аромат (без сторонніх запахів); відсутність пестицидів	Для гіркоти, 480 г на 1000 л
Хміль Saaz	ДСТУ 7067:2009	Альфа-кислоти: 3– 5%; вологість: $< 10\%$; аромат (трав'яний); відсутність пестицидів	Для аромату, 360 г на 1000 л
Прянощі: Гвоздика	ДСТУ ISO 2254:2008 Гвоздика ціла чи змелена (порошкоподібна)	Вологість: $< 12\%$; ефірні олії: $> 15\%$; відсутність домішок	Надає пряний смак, 20 г на 1000 л
Прянощі: Імбир	ДСТУ 8005:2015 Прянощі. Імбир	Вологість: 80–90%; ефірні олії: $> 1\%$; органолептика (без гнилі)	Надає гостроту, 80 г на 1000 л
Прянощі: Кориця	ДСТУ ISO 6539- 2016 Прянощі. Кориця	Вологість: $< 12\%$; ефірні олії: $> 1\%$; чистота: $\geq 99\%$	Надає теплий аромат, 40 г на 1000 л
Прянощі: Ваніль	ДСТУ ISO 5565- 2:2007 Ваніль	Вологість: 25–35%; ванілін: $> 1.5\%$; відсутність плісняви	Надає кремовий смак, 40 г (8 стручків) на 1000 л

	[Vanilla fragrans (Salisbury) Ames]		
2. Допоміжна сировина			
Ірландський мох	ТУ У виробника, ДСТУ 5013:2008	Чистота: $\geq 98\%$; вологість: $< 10\%$; здатність до осадження білків	Для осадження білків під час кип'ятіння, 40 г на 1000 л
Миючі засоби (лужні)	ДСТУ 2972:2010 Засоби мийні синтетичні порошкоподібні	pH: 10–12; активні речовини: $> 20\%$; мікробіологічна безпека	Для очищення обладнання
Солі (CaSO ₄ , CaCl ₂)	ДСТУ 7274:2012 Реактиви, розчини для аналізу та матеріали допоміжні	Чистота: $\geq 99\%$; розчинність у воді; відсутність домішок	Для корекції мінерального складу води
3. Матеріали			
Етикетки	ДСТУ 4518:2008 Продукти харчові. Маркування для споживачів	Щільність паперу: 80–100 г/м ² ; вологостійкість; чіткість друку	Для маркування пляшок, 2000 шт. на 1000 л
Кегі (нержавіюча сталь)	ДСТУ 4518:2008 Продукти харчові. Маркування для споживачів	Об'єм: 50 л; герметичність; стійкість до корозії	Для розливу та транспортування, 10 шт. на 1000 л
Пляшки скляні	ДСТУ ГОСТ 10117.1:2003 Пляшки скляні для харчових рідин	Об'єм: 0,5 л; темне скло; товщина: ≥ 2 мм; герметичність	Для розливу, 2000 шт. на 1000 л
Фільтри	ДСТУ 4468:2005 Фільтри та очисні сепаратори для рідин.	Пористість: 5–10 мкм; стійкість до високих температур	Для фільтрації суслу та пива
4. Напівпродукти			
Гарбузове пюре	ТУ У «Пивна Легенда»	Вміст цукрів: $> 6\%$; pH: 5.0–6.0; мікробіологічна чистота	Проміжний продукт після запікання гарбуза, 100 кг на 1000 л
Неохмелене пивне сусло	ТУ У «Пивна Легенда»	Густина: 1.050–1.060; pH: 5.2–5.6; мікробіологічна чистота	Проміжний продукт після затирання та фільтрації, 1120 л на 1000 л

2.3 Характеристика біологічного об'єкту

Біологічним об'єктом, який бере безпосередню участь у технологічному процесі виробництва крафтового пива «Pumpkin Ale», є дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, зокрема штам WLP002 English Ale (виробник: White Labs, США) [51], також можливе використання аналога – SafAle S-04 (Fermentis Lesaffre for Beverages, Франція) [41]. Ці дріжджі забезпечують ферментацію пивного сусла, перетворюючи цукри на етанол і вуглекислий газ, а також формують смаковий і ароматичний профіль пива.

Систематичне положення

Дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* належать до грибів і мають таке систематичне положення:

Царство: Fungi (Гриби)

Тип: Ascomycota (Аскомікотові гриби)

Клас: Saccharomycetes

Порядок: Saccharomycetales

Родина: Saccharomycetaceae

Рід: *Saccharomyces*

Вид: *Saccharomyces cerevisiae*

Штам: WLP002 English Ale (виробник White Labs, США)

або SafAle S-04 (виробник Fermentis Lesaffre for Beverages, Франція)

Ці штами спеціально селекціоновані для пивоваріння, зокрема для виробництва елів, і характеризується м'яким фруктовим профілем, що ідеально доповнює смакові характеристики Pumpkin Ale.

Морфолого-цитологічні ознаки

Морфологія:

Клітини *Saccharomyces cerevisiae* мають овальну або еліпсоїдну форму, розміром 5–10 мкм у довжину та 3–7 мкм у ширину. Утворюють псевдоміцелій

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

у рідких середовищах, але переважно існують як окремі клітини. Під мікроскопом видно чітку клітинну стінку, ядро та вакуолі.

Цитологічні особливості:

Клітинна стінка складається з β -глюканів, маннопротеїнів і хітину, що забезпечує стійкість до осмотичного тиску в пивному суслі. Ядро гаплоїдне або диплоїдне залежно від життєвого циклу, з можливістю утворення аскоспор (до 4 спор на аску). Містять мітохондрії, які відіграють ключову роль у метаболізмі під час аеробного дихання та бродіння. Утворюють бруньки для вегетативного розмноження, що видно при мікроскопії.

Культуральні ознаки

Умови культивування:

Оптимальна температура: 18–24°C (для WLP002 English Ale рекомендується 18–21°C, для SafAle S-04 – 15–20 °C) під час бродіння Pumpkin Ale).

pH середовища: 4,0–5,5, що відповідає пивному суслу (pH 5,2–5,6 після затирання).

Живильне середовище: Пивне сусло, багате на мальтозу, глюкозу, амінокислоти та вітаміни.

Характеристики росту:

У рідкому суслі утворюють гомогенну суспензію, з осадженням на дно ЦКТ після завершення ферментації.

Колонії на твердих середовищах (наприклад, агар із солодовим екстрактом): кремові, гладкі, з діаметром 1–3 мм після 48 годин при 25°C.

Життєздатність: > 90% при вхідному контролі.

Особливості штаму WLP002:

Висока флокуляція: Дріжджі швидко осідають після ферментації, забезпечуючи чисте пиво.

Атенуація: 63–70% (частка цукрів, що ферментуються), що дає м'який солодкуватий профіль, ідеальний для Pumpkin Ale.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Стійкість до етанолу: До 8% об., що достатньо для пива з ABV 5–6%.

Особливості штаму SafAle S-04:

Вміст вищих ефірів: 37 (мільйонних часток при щільності 18°P та температурі 20°C в колонках EBC)

Вміст вищих спиртів: 363 (мільйонних часток при щільності 18°P та температурі 20°C в колонках EBC)

Залишковий цукор: 18 г/л (10 г/л мальтотріози відповідає 75% атенуації)

Флокуляція: +

Седиментація: Швидка

Фізіолого-біохімічні ознаки

Метаболізм:

Saccharomyces cerevisiae є факультативним анаеробом, здатним до аеробного дихання та бродіння. Основний шлях метаболізму в пивоварінні: ферментація цукрів (глюкоза, мальтоза, мальтотріоза) до етанолу та CO₂.

Виробляють побічні продукти: естери (фруктові аромати, наприклад, ізоамілацетат – бананові ноти), вищі спирти (фенілетанол – квіткові ноти), діацетил (маслянистий смак, мінімальний у WLP002 при правильній ферментації).

Ферментативна активність:

Ензими: β-глюканаза, амілаза (частково), інвертаза, мальтаза, що розщеплюють цукри сусла.

Використовують азот (амінокислоти, амоній) для синтезу білків.

Оптимальні умови ферментації:

Температура: 18–21°C (для WLP002, щоб уникнути надмірних естерів).

Тиск: Атмосферний або легкий надлишковий (0,5–1 бар у ЦКТ).

Тривалість: 7–8 днів для основної ферментації, з подальшою карбонизацією (10–14 днів) і дозріванням (5 тижнів).

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Вплив на смак пива:

WLP002 English Ale додає м'які фруктові ноти (яблуко, груша), що гармоніюють із гарбузовими та пряними ароматами (кориця, гвоздика, імбир, ваніль).

Низький рівень діацетилу забезпечує чистий смак.

Помірна атенуація зберігає легку солодкість, що підкреслює гарбузовий профіль.

Роль у технологічному процесі

Дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* є ключовим біологічним агентом у виробництві Pumpkin Ale. Їхня роль полягає у:

Ферментації цукрів сусла (глюкоза, мальтоза з солоду та гарбуза) для утворення етанолу (5–6% об.) і CO₂ (2,5–2,7 об'ємів).

Формуванні ароматичного профілю пива завдяки синтезу естерів і вищих спиртів.

Забезпеченні стабільності пива через високу флокуляцію, що полегшує фільтрацію та осадження.

Вхідний контроль

Перед використанням дріжджі проходять контроль якості в лабораторії броварні:

Життєздатність: > 90% (метод підрахунку клітин у гемоцитометрі).

Чистота культури: Відсутність диких дріжджів і бактерій (аналіз на селективних середовищах).

Активність: Тест на швидкість ферментації в модельному суслі.

Таким чином, дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* (штам WLP002 English Ale або SafAle S-04) є основним біологічним агентом у виробництві крафтового пива «Pumpkin Ale» на броварні «Пивна Легенда». Їхнє систематичне положення, морфолого-цитологічні, культуральні та фізіолого-біохімічні ознаки забезпечують ефективну ферментацію та формування унікального смакового профілю пива. Штам WLP002 або SafAle S-04 ідеально

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

підходить для цього сорту завдяки м'якому фруктовому аромату, високій флокуляції та помірній атенуації, що гармоніюють із гарбузовими та пряними нотами. Дріжджі відповідають стандартам якості, що гарантує стабільність і безпеку кінцевого продукту.

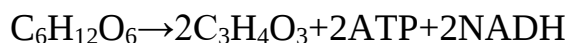
2.4 Біосинтез цільового продукту

Виробництво крафтового пива «Pumpkin Ale» базується на біохімічних процесах ферментації, які здійснюються дріжджами *Saccharomyces cerevisiae*. У цьому підрозділі розглянуто схеми біохімічних перетворень, що включають катаболізм ростового субстрату (пивного сусла) та біотрансформацію в цільовий продукт (пиво), умови промислової реалізації процесу, а також побічні реакції та їхній вплив на біосинтез [14, 24, 27, 28].

Схеми біохімічних перетворень

Біосинтез цільового продукту (етанолу, CO₂ та смако-ароматичних сполук) у процесі виробництва «Pumpkin Ale» відбувається шляхом ферментації пивного сусла дріжджами *Saccharomyces cerevisiae*. Ростовий субстрат включає цукри (глюкоза, мальтоза, мальтотріоза) із солоду та печеного гарбуза, а також азотисті сполуки (амінокислоти). Основні біохімічні шляхи включають гліколіз, спиртове бродіння та синтез вторинних метаболітів.

Гліколіз: Цукри сусла (глюкоза, мальтоза) розщеплюються до пірувату в цитоплазмі дріжджів за участю ферментів гліколізу (гексокіназа, фосфофруктокіназа, піруваткіназа). Загальна реакція:



Мальтоза спочатку гідролізується ферментом мальтазою до двох молекул глюкози.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Спиртове бродіння: У анаеробних умовах піруват декарбоксилюється піруватдекарбоксилазою до ацетальдегіду, який потім відновлюється алкогольдегідрогеназою до етанолу за участю NADH:



Загальна реакція бродіння:



Це забезпечує вміст етанолу 5–6% об. та карбонізацію (2,5–2,7 об'ємів CO_2).

Синтез вторинних метаболітів: Дріжджі WLP002 синтезують естери (наприклад, ізоамілацетат – бананові ноти), вищі спирти (фенілетанол – квіткові ноти) та інші сполуки, які формують ароматичний профіль пива. Ці реакції залежать від доступності амінокислот (валін, лейцин) і температури ферментації.

Умови проведення процесу

Біосинтез «Pumpkin Ale» проводиться в циліндроконічних танках (ЦКТ) із автоматизованим контролем умов.

Каталізатори (ферменти):

Мальтаза: Гідролізує мальтозу до глюкози.

Піруватдекарбоксилаза: Перетворює піруват на ацетальдегід.

Алкогольдегідрогеназа: Відновлює ацетальдегід до етанолу.

Ацетил-КоА-синтетаза: Бере участь у синтезі естерів.

Температура:

Основна ферментація: 18–21°C (оптимально для WLP002, щоб уникнути надмірного утворення естерів).

Карбонізація: 18–24°C (10–14 днів).

Дозрівання: 12–14°C (5 тижнів).

Тиск: 0,5–1 бар у ЦКТ для природної карбонізації.

pH: 4,2–4,6 (після ферментації, відповідає кислотності сусла).

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Тривалість:

Основна ферментація: 7–8 днів.

Карбонізація: 10–14 днів.

Дозрівання: 5 тижнів.

Субстрат: Пивне сусло з початковою густиною (OG) 1,050–1,060, що містить цукри з солоду (Pale Ale, Caramel 40L, Munich) та печеного гарбуза.

Добавки: Декстроза (8 г/л) для вторинної ферментації, що забезпечує карбонізацію.

Біохімічні процеси в природному середовищі та промислова реалізація

У природному середовищі *Saccharomyces cerevisiae* ферментують цукри (наприклад, фруктозу з плодів) в анаеробних умовах, синтезуючи етанол і CO₂ для захисту від конкурентів [14]. У промислових умовах процес оптимізовано для стабільності та якості:

Природне середовище:

Дріжджі метаболізують доступні цукри в присутності кисню (аеробне дихання) або без нього (ферментація). Виробляють естери та вищі спирти залежно від субстрату та умов (температура, pH). Конкурують із бактеріями та дикими дріжджами, що обмежує вихід етанолу.

Промислова реалізація:

Використання чистої культури WLP002 у стерильних ЦКТ виключає контамінацію.

Контроль температури (18–21°C) і pH (4,2–4,6) забезпечує стабільний вихід етанолу (5–6% об.) і CO₂.

Додавання декстрази під час карбонізації посилює утворення CO₂.

Лабораторний контроль (мікробіологічні тести, вимірювання густини) гарантує відповідність ДСТУ 3888:2015.

Побічні реакції та їхній вплив

Утворення діацетилу:

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Побічний продукт метаболізму валіну, синтезується як проміжний метаболіт (α -ацетолактат), який окислюється до діацетилу. Виникає при високій температурі ($>22^{\circ}\text{C}$) або недостатньому дозріванні. Надає пиву маслянистий смак, що небажано для Pumpkin Ale. Штам WLP002 має низьку схильність до діацетилу, а дозрівання при $12\text{--}14^{\circ}\text{C}$ (5 тижнів) сприяє його редукції дріжджами до 2,3-бутандіолу (нейтральний смак). Контроль: Регулярний аналіз діацетилу (<0.1 мг/л) у лабораторії.

Вищі спирти:

Синтезуються з амінокислот (лейцин, валін) через декарбоксилування та відновлення. Збільшуються при високій температурі або надмірній концентрації азоту. У помірних кількостях (фенілетанол) додають квіткові ноти, але надлишок може викликати різкий спиртовий присмак. Контроль: Підтримання температури $18\text{--}21^{\circ}\text{C}$ і оптимального вмісту амінокислот у суслі.

Надмірне утворення естерів:

Синтез ізоамілацетату та етилацетату через ацетил-КоА. Відбувається за умов: висока температура ($>22^{\circ}\text{C}$) або надлишок кисню на початку ферментації. Надмірні естери можуть зробити смак надто фруктовим, заглушаючи гарбузові та пряні ноти. Контроль: Контроль температури та аерації сусла перед внесенням дріжджів.

Контамінація дикими дріжджами або бактеріями:

Brettanomyces або молочнокислі бактерії (*Lactobacillus*) можуть ферментувати залишкові цукри, утворюючи оцтову чи молочну кислоту. Це призводить до утворення кислого смаку, помутніння, втрати характерного профілю Pumpkin Ale. Контроль: Стерильність обладнання, мікробіологічні тести (*E. coli*, дикі дріжджі < 10 КУО/мл).

Таким чином, біосинтез цільового продукту «Pumpkin Ale» ґрунтується на ферментації пивного сусла дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* (WLP002 English Ale або SafAle S-04) через гліколіз і спиртове бродіння, що забезпечує етанол (5–6% об.), CO_2 (2.5–2.7 об'ємів) і смако-ароматичні сполуки (естери,

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

вищі спирти). Промислова реалізація включає контрольовані умови (температура 18–21°C, рН 4,2–4,6, ЦКТ), що мінімізують побічні реакції, такі як утворення діацетилу чи надмірних естерів. Стерильність і лабораторний контроль забезпечують стабільність і якість кінцевого продукту, що відповідає стандартам крафтового пива преміум-класу.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок матеріального балансу

Розрахуємо матеріальний баланс для виробництва однієї серії пива Pumpkin Ale (1000 л). Матеріальний баланс складено для основних стадій виробництва (затирання, кип'ятіння, ферментація/карбонізація, дозрівання, розлив) і подано у вигляді таблиць 3.1 (постадійний баланс) та 3.2 (загальний баланс).

Матеріальний баланс для виробництва однієї серії крафтового пива «Pumpkin Ale» обсягом 1000 л відображає співвідношення між вихідною сировиною, матеріалами, напівпродуктами та отриманим готовим продуктом, побічними продуктами, відходами й втратами [22]. У пивоварінні основною речовиною не є одна конкретна сполука, тому баланс розраховується за масою та об'ємом сировини, враховуючи її внесок у кінцевий продукт (пиво з етанолом 5–6% об., CO₂ 2,5–2,7 об'ємів). Рівняння матеріального балансу має вигляд:

$$G_1 = G_2 + G_3 + G_4 + G_5 \quad (3.1)$$

Оскільки побічні продукти (G_3) у пивоварінні мінімальні (наприклад, CO₂ частково уловлюється для карбонізації), а відходи (G_4) включають дробину, осад і залишки, застосовується спрощене рівняння:

$$G_1 = G_2 + G_4 + G_5 \quad (3.2)$$

Витратний коефіцієнт сировини (K_r):

$$K_r = G_1 / G_2 \quad (3.3)$$

Вихід готової продукції (η):

$$\eta = G_2 / G_1 \cdot 100\% \quad (3.4)$$

Втрати (ϵ):

$$\epsilon = G_5 / G_1 \cdot 100\% \quad (3.5)$$

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обсяг серії: 1000 л готового пива (густина близько 1 кг/л, маса 1000 кг).

Сировина за рецептурою: Солод (250 кг), гарбуз (100 кг), хміль (0,84 кг), дріжджі (2 л), декстроза (8 кг), прянощі (0,18 кг), ірландський мох (0,04 кг), вода (1120 л).

Матеріали: Пляшки (2000 шт. по 0,5 л), кеги (10 шт. по 50 л), етикетки (2000 шт.), фільтри.

Напівпродукти: Гарбузове пюре (100 кг), неохмелене сусло (1120 л).

Відходи: Дробина, осад дріжджів, залишки хмелю, втрати при фільтрації.

Втрати: Випаровування під час кип'ятіння (близько 10%), втрати при перекачуванні, фільтрації, розливі (на рівні 5–10%).

Стадії: Затирання, кип'ятіння, ферментація/карбонізація, дозрівання, розлив.

Таблиця 3.1

Матеріальний баланс стадій технологічного процесу

Найменування	Вміст основної речовини, % мас.	Витрачено та отримано				
		Маса, кг	Маса основної речовини, кг	кг/моль	Об'єм, л	Кількість, шт.
Стадія 1: Затирання						
Витрачено на стадії						
А. Сировини:						
Вода	100	760	760	-	760	-
Гарбуз (свіжий)	6 (цукри)	100	6	-	-	-
Солод Карамельний	75 (екстракт)	25	18.75	-	-	-
Солод Мюнхенський	78 (екстракт)	25	19.5	-	-	-
Солод Пейл Ель	80 (екстракт)	200	160	-	-	-
Б. Матеріалів:						
-	-	-	-	-	-	-
В. Напівпродуктів:						
-	-	-	-	-	-	-
Всього витрачено		1110	964.25	-	760	-

Отримано на стадії						
А. Напівпродуктів:						
Гарбузове пюре	6 (цукри)	100	6	-	-	-
Неохмелене сусло	12 (екстракт)	760	91.2	-	760	-
Б. Відходів:						
Дробина (волога)	10 (екстракт)	250	25	-	-	-
В. Втрат:						
-	-	-	-	-	-	-
Всього отримано		1110	122.2	-	760	-
Стадія 2: Кип'ятіння						
Витрачено на стадії						
А. Сировини:						
Вода (промивка)	100	360	360	-	360	-
Ірландський мох	100	0.04	0.04	-	-	-
Прянощі (кориця, гвоздика, імбир, ваніль)	100	0.18	0.18	-	-	-
Хміль Magnum	12 (альфа-кислоти)	0.48	0.0576	-	-	-
Хміль Saaz	4 (альфа-кислоти)	0.36	0.0144	-	-	-
Б. Матеріалів:						
Фільтри	-	-	-	-	-	1
В. Напівпродуктів:						
Гарбузове пюре	6 (цукри)	100	6	-	-	-
Неохмелене сусло	12 (екстракт)	760	91.2	-	760	-
Всього витрачено		1221.06	457.452	-	1120	1
Отримано на стадії						
А. Напівпродуктів:						
Охмелене сусло	12 (екстракт)	1008	120.96	-	1008	-
Б. Відходів:						
Осад (хміль, білки)	-	53.06	-	-	-	-
В. Втрат:						
Випаровування	100	160	160	-	160	-
Всього отримано		1221.06	280.96	-	1168	-
Стадія 3: Ферментація/Карбонізація						
Витрачено на стадії						

А. Сировини:						
Декстроза	100	8	8	-	-	-
Дріжджі (WLP002)	100	2	2	-	2	-
Б. Матеріалів:						
-	-	-	-	-	-	-
В. Напівпродуктів:						
Охмелене сусло	12 (екстракт)	1008	120.96	-	1008	-
Всього витрачено		1018	130.96	-	1010	-
Отримано на стадії						
А. Напівпродуктів:						
Молоде пиво	6 (екстракт)	1000	60	-	1000	-
Б. Відходів:						
Осад дріжджів	-	10	-	-	-	-
В. Втрат:						
CO ₂ (втрачений)	-	8	-	-	-	-
Всього отримано		1018	60	-	1000	-
Стадія 4: Дозрівання						
Витрачено на стадії						
А. Сировини:						
-	-	-	-	-	-	-
Б. Матеріалів:						
Фільтри	-	-	-	-	-	1
В. Напівпродуктів:						
Молоде пиво	6 (екстракт)	1000	60	-	1000	-
Всього витрачено		1000	60	-	1000	1
Отримано на стадії						
А. Готових продуктів:						
Пиво Pumpkin Ale	6 (екстракт)	980	58.8	-	980	-
Б. Відходів:						
Осад	-	10	-	-	-	-
В. Втрат:						
Втрати при фільтрації	-	10	-	-	10	-
Всього отримано		1000	58.8	-	990	-
Стадія 5: Розлив						
Витрачено на стадії						
А. Сировини:						
-	-	-	-	-	-	-

Б. Матеріалів:						
Етикетки	-	-	-	-	-	2000
Кеги (50 л)	-	-	-	-	500	10
Пляшки (0.5 л)	-	-	-	-	1000	2000
В. Напівпродуктів:						
Пиво Pumpkin Ale	6 (екстракт)	980	58.8	-	980	-
Всього витрачено		980	58.8	-	2480	4010
Отримано на стадії						
А. Готових продуктів:						
Пиво в кегах	6 (екстракт)	500	30	-	500	10
Пиво в пляшках	6 (екстракт)	480	28.8	-	480	2000
Всього отримано		980	58.8	-	980	2010

Примітки до таблиці 3.1:

У графі 1 перелічено сировину, матеріали, напівпродукти, відходи та втрати для кожної стадії.

У графі 2 вказано вміст основної речовини: для солоду – екстрактивність (75–80%), для гарбуза – цукри (6%), для хмелю – альфа-кислоти (4–12%), для пива – екстракт (6–12%).

Графа 4 відображає масу основної речовини, враховуючи її відсоток (графа 2).

Графа 6 заповнена для рідин (вода, сусло, пиво) із густиною 1 кг/л.

Графа 7 вказує кількість упаковки (пляшки, кеги, етикетки) на стадії розливу.

Відходи включають дробину (затирання), осад хмелю/білків (кип'ятіння), дріжджовий осад (ферментація), осад при дозріванні.

Втрати включають випаровування (кип'ятіння, 10%), втрати при фільтрації (дозрівання, 1%) та перекачуванні.

Таблиця 3.2

Загальний матеріальний баланс серії

Найменування	Вміст основної речовини, % мас.	Витрачено та отримано				
		Маса, кг	Маса основної речовини, кг	кг/моль	Об'єм, л	Кількість, шт.
Витрачено						
А. Сировини:						
Вода	100	1120	1120	-	1120	-
Гарбуз	6 (цукри)	100	6	-	-	-
Декстроза	100	8	8	-	-	-
Дріжджі (WLP002)	100	2	2	-	2	-
Ірландський мох	100	0.04	0.04	-	-	-

Прянощі (кориця, гвоздика, імбир, ваніль)	100	0.18	0.18	-	-	-
Солод Карамельний	75 (екстракт)	25	18.75	-	-	-
Солод Мюнхенський	78 (екстракт)	25	19.5	-	-	-
Солод Пейл Ель	80 (екстракт)	200	160	-	-	-
Хміль Magnum	12 (альфа- кислоти)	0.48	0.0576	-	-	-
Хміль Saaz	4 (альфа- кислоти)	0.36	0.0144	-	-	-
Б. Матеріалів:						
Етикетки	-	-	-	-	-	2000
Кеги (50 л)	-	-	-	-	500	10
Пляшки (0.5 л)	-	-	-	-	1000	2000
Фільтри	-	-	-	-	-	2
В. Напівпродуктів:						
-	-	-	-	-	-	-
Всього витрачено		1481.06	1334.542	-	2622	4012
Отримано						
А. Готового продукту:						
Пиво в кегах	6 (екстракт)	500	30	-	500	10
Пиво в пляшках	6 (екстракт)	480	28.8	-	480	2000
Б. Відходів:						
Дробина (волога)	10 (екстракт)	250	25	-	-	-
Осад (хміль, білки)	-	53.06	-	-	-	-
Осад дріжджів	-	10	-	-	-	-
Осад (дозрівання)	-	10	-	-	-	-
В. Втрат:						
Випаровування	100	160	160	-	160	-
Втрати при фільтрації	-	10	-	-	10	-
CO ₂ (втрачений)	-	8	-	-	-	-
Всього отримано		1481.06	243.8	-	1150	2010

Примітки до таблиці 3.2:

1. Загальна маса витраченої сировини та матеріалів (G_1) дорівнює сумі готового продукту (G_2), відходів (G_4) і втрат (G_5).
2. Готовий продукт: 980 л пива (500 л у кегах, 480 л у пляшках) з екстрактом 6%.
3. Відходи: Дробина, осад хмелю/білків, дріжджовий осад, осад при дозріванні.
4. Втрати: Випаровування (160 л), втрати при фільтрації (10 л), втрачений CO_2 (8 кг).
5. Матеріали (пляшки, кеги, етикетки) враховані за кількістю.

Розрахунок показників

1. Витратний коефіцієнт сировини (K_r):

$$K_r = G_1 / G_2 = 1481,06 / 980 = 1,51$$

На 1 кг пива витрачається 1,51 кг сировини та матеріалів.

2. Вихід готової продукції (η):

$$\eta = G_2 / G_1 \cdot 100\% = 980 / 1481,06 \cdot 100\% = 66,17\%$$

Вихід становить 66,17% від загальної маси витраченої сировини.

3. Втрати (ϵ):

$$\epsilon = G_5 / G_1 \cdot 100\% = 178 / 1481,06 \cdot 100\% = 12,02\%$$

Втрати (випаровування, фільтрація, CO_2) становлять 12,02%.

3.2 Обґрунтування та вибір обладнання

Для виробництва однієї серії крафтового пива «Pumpkin Ale» обсягом 1000 л на вітчизняній крафтовій броварні необхідно підібрати основне та допоміжне технологічне обладнання з урахуванням матеріального балансу (1481,06 кг сировини, 980 кг готового продукту) та річної продуктивності. Розрахунок базується на рецептурі, технологічних даних та стандартах пивоваріння (ДСТУ 3888:2015).

Кількість апаратів розраховуємо за формулами 3.6 – 3.8. Для апаратів безперервної дії:

$$N = \frac{M_{\text{зм}}}{T_{\text{эф.р.}} \cdot m}, \quad (3.6)$$

де N – кількість апаратів, од;

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$M_{зм}$ – кількість сировини або продукту, яка оброблюється на операції за зміну, кг;

$T_{еф.р.}$ – ефективний час роботи апарату за зміну, год (приймається у межах 4-6 год при 8-годинній тривалості зміни);

m – годинна продуктивність апарату, кг/год.

Для апаратів періодичної дії:

$$N = \frac{M_{зм}}{V \cdot K_{ц} \cdot T_{ц}}, \quad (3.7)$$

де N – кількість апаратів, од;

$M_{зм}$ – кількість сировини або продукту, яка оброблюється на операції за зміну, кг;

V – робоча ємність апарату, л;

$K_{ц}$ – кількість циклів роботи апарату за зміну;

$T_{ц}$ – тривалість циклу (затрати часу на проведення операцій в апараті), год.

Правильність підбору технологічного обладнання визначається розрахунковим коефіцієнтом:

$$K_{еф.вик} = (T_{ф.р.} + T_{п.з.})/T_{зм}, \quad (3.8)$$

де $K_{еф.вик}$ – коефіцієнт ефективності використання обладнання;

$T_{ф.р.}$ – фактичний час роботи обладнання, год;

$T_{п.з.}$ – час на підготовчо-заготівельні операції обладнання, год (у середньому 1 – 1,5 год);

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год (8 год).

Для визначення річної продуктивності броварні у виробництві сезонного пива Pumpkin Ale враховуємо наступні дані: технологічний процес виробництва однієї серії (1000 л), матеріальний баланс (Таблиці 3.1, 3.2), тривалість технологічного циклу, сезонність продукту, можливості підприємства та вихідні данні за завданням.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Вихідні дані

Обсяг однієї серії: 1000 л готового пива (980 л після розливу, враховуючи втрати).

Тривалість технологічного циклу:

- Підготовка сировини: 3,5 год.
- Затирання: 1,5 год.
- Кип'ятіння: 1,5 год.
- Охолодження: 0,5 год.
- Ферментація: 8 днів (192 год).
- Карбонізація: 14 днів (336 год).
- Дозрівання: 5 тижнів (840 год).
- Розлив: 1 год.
- Загальний час: 1376 год = 57,3 днів (8 тижнів).

Pumpkin Ale – сезонне пиво, популярне восени (вересень–листопад, 3 місяці). Припускаємо, що виробництво зосереджено в цей період, але підготовка може початися раніше (серпень).

Робочий рік - 250 робочих днів (з урахуванням вихідних і свят). Для сезонного пива розглядаємо 90–120 днів активного виробництва.

1. Обладнання (за аналізом обладнання для аналогічних крафтових броварень, наприклад [31, 33, 44, 52] та розрахунками наведеними нижче): заторний чан і варильний котел: 1 одиниця кожен, дозволяють 1 серію за зміну; ЦКТ: 2 одиниці (1200 л кожна, ферментація 8–22 днів); лагерні танки: 5 одиниць (1200 л кожна, дозрівання 5 тижнів); лінія розливу: 1 одиниця (2000 пляшок/год).

Режим роботи – припустимо 8-годинна зміна, 1 зміна на день, 5 днів на тиждень.

Розрахунок продуктивності

Максимальна кількість серій за сезон (90 днів): Тривалість циклу однієї серії становить 57,3 днів. Однак такі операції, як затирання, кип'ятіння,

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолодження, займають близько 1 дня, тоді як ферментація та дозрівання можуть відбуватися паралельно для кількох серій завдяки наявності 2 ЦКТ і 5 лагерних танків. Обмежуючою стадією є дозрівання (5 тижнів = 35 днів) потребує найбільше часу, але 5 танків дозволяють одночасно дозрівати 5 серій (5000 л).

За 90 днів можна провести кількість циклів дозрівання: $90 \div 35 = 2,57$, тобто 2 повні цикли по 5 серій + частковий цикл. Загальна кількість серій: $5 \cdot 2 + 3 = 13$ серій (припускаємо, що в останньому циклі використовуються 3 танки). Таким чином, обсяг за сезон: $13 \cdot 1000 = 13000$ л.

Тривалість виробництва можна збільшити, почавши випуск із серпня. Якщо виробництво починається в серпні, додаємо 30 днів, що дозволяє провести додатковий цикл дозрівання. Тоді, кількість циклів: $120 \div 35 = 3$ тобто 3 повні цикли по 5 серій. Загальна кількість серій: $5 \cdot 3 = 15$ серій. Обсяг за сезон: $15 \cdot 1000 = 15000$ л.

Згідно з матеріальним балансом, вихід готового продукту становить 980 л на серію (втрати 2%). Для 15 серій з урахуванням втрат: $15 \cdot 980 = 14700$ л готового пива.

Заторний чан і котел дозволяють виробляти 1 серію за зміну (8 год). За 120 днів (86 робочих днів): $86 \cdot 1000 = 86000$ л теоретично, але обмежується дозріванням. 2 ЦКТ дозволяють ферментувати 2 серії одночасно (1010 л/ЦКТ, 8–22 днів). За 120 днів: $(120 \div 22) \cdot 2 \cdot 1000 = 10909$ л, але 5 лагерних танків забезпечують лише 15 серій. Лінія розливу (2000 л/год) обробляє 980 л за 1 год, не обмежуючи процес.

Тижнева продуктивність: 2 серії (2000 л) за умови паралельної роботи ЦКТ і танків. Сезон (12 тижнів = 84 дні): $12 \cdot 2000 = 24000$ л теоретично, але дозрівання обмежує до 15 серій (14700 л після втрат).

Таким чином, запропонована для організації сезонного пива Pumpkin Ale броварня «Пивна Легенда» може виробляти 14700 л пива за рік (сезон

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

серпень–листопад, 120 днів), що відповідає 15 серіям по 980 л. Обмежуючим фактором є дозрівання (5 тижнів), але 5 лагерних танків дозволяють ефективно використовувати обладнання. Річна продуктивність для сезонного пива становить 14,7% від загальної потужності browарні (припускаючи 100000 л усіх сортів за 250 днів).

Обґрунтування необхідного обладнання

Згідно з даними з відкритих джерел обладнання на browарні «Пивна Легенда» встановлено від ТОВ «Проммонтаж-04», продуктивність 2000 л/варка, підвальні приміщення (тобто умови у межах - температура 10–15°C, вологість 80 %). Припустимо режим роботи: 8-годинна зміна, 5 днів/тиждень, 86 робочих днів за сезон (120 днів). Обладнання підбирається для кожної стадії.

Підбір обладнання на стадії *Механічна обробка сировини*.

Для подрібнення солоду використовується вальцевий млин (продуктивність 100–150 кг/год). Використовується для подрібнення 250 кг солоду (Pale Ale, Caramel 40L, Munich). Забезпечує збереження лушпиння для фільтрації. Матеріал: Нержавіюча сталь AISI 304.

Кількість обладнання:

$$N = M_{зм} / T_{еф.р.} \cdot m = 2506 \cdot 100 = 0,42 \approx 1 \text{ одиниця}$$

$$M_{зм} = 250 \text{ кг (солод за зміну)}, T_{еф.р.} = 6 \text{ год}, m = 100 \text{ кг/год.}$$

Кількість: 1 млин.

$$\text{Фактичний час роботи (Тф.р.): } 2,5 \text{ год (} 250 \text{ кг} \div 100 \text{ кг/год.)}$$

$$\text{Підготовчо-заготівельний час (Тп.з.): } 1 \text{ год (налаштування, мийка).}$$

$$\text{Зміна (Тзм): } 8 \text{ год.}$$

$$\text{Коефіцієнт ефективності: } K_{еф.вик} = (T_{ф.р.} + T_{п.з.}) / T_{зм} = (2,5 + 1) / 8 = 0,44.$$

Коефіцієнт 0,44 свідчить про достатню ефективність використання.

Об'єм бункера: 0,1 м³ (100 кг солоду, $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$). Діаметр валків: 0,15 м, довжина: 0,5 м.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Для підготовки гарбуза (подрібнення 100 кг печеного гарбуза в пюре) використовують промисловий блендер (ємність 60 л, продуктивність 50 кг/цикл). Матеріал – нержавіюча сталь AISI 316 (стійкість до органічних кислот).

Кількість обладнання:

$$N = M_{зм} / (V \cdot K_{ц}) = 100 / (50 \cdot 2) = 1 \text{ одиниця}$$

$$M_{зм} = 100 \text{ кг}, V = 50 \text{ л}, K_{ц} = 2 \text{ цикли/зміну (30 хв/цикл)}.$$

Кількість: 1 блендер.

Коефіцієнт ефективності:

$$T_{ф.р.} = 1 \text{ год (2 цикли по 30 хв)}, T_{п.з.} = 1 \text{ год}, T_{зм} = 8 \text{ год}.$$

$K_{еф.вик} = (1+1)/8 = 0,25$. Низький коефіцієнт виправданий разовою операцією.

Діаметр барабана: 0,4 м, висота: 0,5 м.

$$\text{Об'єм: } V = \pi r^2 h = 3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 0,5 = 0,06 \text{ м}^3.$$

Підбір обладнання для стадії *Затирання*

Використовується заторний чан на 2000 л. Продуктивність: 1110 кг/цикл (1,5 год). Для 250 кг солоду, 100 кг гарбуза, 760 л води (1110 кг). Продуктивність 2000 л/варка дозволяє резерв.

Потужність мішалки: 1,5 кВт, 950 об/хв. Парова сорочка: Тиск 0,3 МПа, $F = 2.5 \text{ м}^2$. Матеріал: AISI 304, ізоляція 50 мм. Розміри: $D = 1,4 \text{ м}$, $H = 2,0 \text{ м}$.

Конструктивний розрахунок заторного чану

Згідно з продуктивністю об'єм заторного апарата V визначають за формулою:

$$V = \frac{\Pi \cdot \tau_{ц}}{\rho \cdot \xi} \quad [3.9]$$

де Π - необхідна продуктивність заторного апарата, кг/год; $\tau_{ц}$ - тривалість повного робочого циклу апарата, год; ρ - щільність заторної маси, кг/м³; $\xi = 0,9$ - коефіцієнт заповнення заторного апарата.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Об'єм заторного апарата також може бути розрахований на основі кількості солоду, що підлягає затиранню. При цьому орієнтовно вважається, що на кожні 1000 кг сухого солоду необхідно передбачити 5–7 м³ повного об'єму апарата. Загальний об'єм заторного апарата визначається за формулою:

$$V = 0,785D_1^2H + 1,047h^2(3R - h) \quad [3.10]$$

де D_1 - діаметр корпусу апарата, м; H - висота циліндричної частини, м; h - висота опуклої частини зовнішньої поверхні днища, м; R - радіус кривизни у вершині днища, м.

При проектуванні опуклих днищ керуються наступними конструктивними вимогами:

$$H = 0,57D_1 = 0,57 \cdot 4,8 = 2,75 \text{ м}; \quad h = 0,25D_1 = 0,25 \cdot 4,8 = 1,2 \text{ м}; \quad R = D = 4,8 \text{ м}$$

Розрахунок об'єму:

$$V = 1110 \cdot 1,5 / 1083 \cdot 0,9 = 1,71 \text{ м}^3 = 1710 \text{ л}$$

Конструктивний розрахунок:

$$V = \pi D_1^2 H / 4 + \pi h (D_1^2 + D_1 h + h^2) / 6$$

$$D_1 = 1,4 \text{ м}, \quad H = 1,8 \text{ м}, \quad h = 0,3 \text{ м}.$$

$$V = 3,14 \cdot 1,4^2 \cdot 1,8 / 4 + 3,14 \cdot 0,3 (1,4^2 + 1,4 \cdot 0,3 + 0,3^2) / 6 \approx 2,0 \text{ м}^3$$

Для прискорення отримання сусла у заторному апараті застосовують мішалки. Розрахуємо необхідну потужність двигуна для перемішування мішалкою сусла за формулою:

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D_m^5 \quad [3.11]$$

де N – потужність, Вт;

K_N – критерій потужності;

ρ - щільність заторної маси, кг/м³;

n – частота обертання мішалки, с⁻¹;

D_m – діаметр мішалки, м.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Критерій потужності K_N розраховують у залежності від центрального критерію Рейнольдса Re за емпіричними формулами для кожного типу мішалок за формулою:

$$Re = n D_m^2 \rho / \mu, \quad [3.12]$$

де μ – динамічна в'язкість середовища, $\text{Па} \cdot \text{с}$.

В'язкість неоцукреної маси можна визначити як в'язкість суспензії, що складає з дробленого солоду і води за формулою:

$$\mu = \mu_{\text{ж}} (1 + 2,5 V_{\text{сол}} / V_{\text{с.м.}}), \quad [3.13]$$

де $V_{\text{сол}} / V_{\text{с.м.}} = 0,33$ – відношення обсягу твердих частинок солоду в заторній масі до загального її обсягу;

$\mu_{\text{ж}}$ – в'язкість води, $\text{Па} \cdot \text{с}$ (при 20°C $\mu_{\text{ж}} = 1,005 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$).

Критерій потужності для модельної мішалки при турбулентному перемішуванні визначається за формулою:

$$K_N = 0,845 Re^{-0,05} \quad [3.14]$$

Для мішалок, що відрізняються від модельних, у критерії потужності K_N вводяться поправочні коефіцієнти.

$$f_D = [D_m / (\alpha d_m)]^{1,1}, \quad [3.15]$$

$$f_H = (H/D)^{0,6} \quad [3.16]$$

$$f_b = [b / (\beta d_H)]^{0,3} \quad [3.17]$$

де β – відношення ширини до довжини модельної мішалки.

Критерій потужності K'_N для мішалки:

$$K'_N = K_N f_D f_H f_b \quad [3.18]$$

Необхідна потужність для перемішування заторної маси в апараті розраховується за формулою:

$$N' = K'_N \rho n^3 d_m^5 \quad [3.19]$$

Необхідна потужність із урахуванням додаткових опорів при перемішуванні розраховується за формулою:

$$C = N' \cdot f_{\Gamma} \cdot f_{\text{тр}} \cdot f_{\text{ш}}, \quad [3.20]$$

де $f_{\Gamma} = 1,1$ – поправочний коефіцієнт опору гільзи для термометра;

$f_{\text{тр}} = 1,2$ – поправочний коефіцієнт опору труби для стягування заторної маси;

$f_{\text{ш}} = 1,1$ – поправочний коефіцієнт на шершавість стінок апарату.

Приймаючи КПД передачі рівним 0,85, знайдемо потужність електродвигуна за формулою:

$$N_3 = N/\eta \quad [3.21]$$

$D_a = 1,4$ м, $D_m = 0,7 \cdot D_a = 0,98$ м, $n = 31$ об/хв = $0,517$ с⁻¹, $H = 1,8$ м, $b = 0,2$ м, $\rho = 1083$ кг/м³.

В'язкість:

$$\mu = 1,005 \cdot 10^{-3} (1 + 2,5 \cdot 0,33) = 1,83 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

Рейнольдс:

$$Re = 0,517 \cdot 0,98^2 \cdot 1083 / 1,83 \cdot 10^{-3} = 2,93 \cdot 10^5$$

Критерій K_N :

$$K_N = 0,845 \cdot (2,93 \cdot 10^5)^{-0,05} = 0,44$$

Поправки (f_D, f_H, f_b):

$$f_D = (0,98/1,4)^{1,1} = 0,68, \quad f_H = (1,8/1,4)^{0,6} = 1,16, \quad f_b = (0,2/0,98)^{0,3} = 0,61$$

K_N' :

$$K_N' = 0,44 \cdot 0,68 \cdot 1,16 \cdot 0,61 \approx 0,21$$

Потужність (N'):

$$N' = 0,21 \cdot 1083 \cdot 0,5173 \cdot 0,985 = 567 \text{ Вт}$$

З опорами (C):

$$C = 567 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 823 \text{ Вт}$$

Потужність двигуна (N):

$$N = 823 / 0,85 = 968 \text{ Вт} \approx 1 \text{ кВт}$$

Обираємо 1,5 кВт.

Розрахунок теплового балансу заторного чану

Нагрівання води:

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_1=760\cdot(60-10)=38000 \text{ кДж}$$

(за матеріальним балансом $G = 760$ кг води, $t_{\text{пс}}$ та $t_{\text{кс}}$ – початкова та кінцева температура)

Нагрівання затору (35% від 1110 кг, $T_1=55^\circ\text{C}$):

$$Q_2=0,35\cdot1110\cdot0,88\cdot(100-55)=15394 \text{ кДж}$$

Кип'ятіння (5% за 15 хв):

$$Q_3=388,5\cdot0,05\cdot15\cdot540/60=2616 \text{ кДж}$$

Сумарне тепло ($\eta=0,95$):

$$\sum Q=38000+15394+2616\cdot0,95=58831 \text{ кДж}$$

Витрата пари ($I_{\text{п}}=650$ кДж/кг, $I_{\text{к}}=100$ кДж/кг):

$$G=58831/650-100=107 \text{ кг}$$

Поверхня теплообміну:

$$F=58831\cdot10^3/500\cdot50\cdot3600=0,65 \text{ м}^2$$

Кількість: 1 чан.

Коефіцієнт ефективності:

$$\text{Кеф.вик}=1,5+1,5/8=0,375$$

Підбір обладнання на стадії *Кип'ятіння*

Для 1120 л сусла з хмелем (0,84 кг) і прянощами (0,18 кг) використовуємо сусловарний котел на 2000 л (рис. 3.1). Продуктивність: 1221,06 кг/цикл (1,5 год). Потужність нагріву: 30 кВт (паровий). Парова сорочка: Тиск 0,3 МПа, $F=2,5 \text{ м}^2$. Матеріал: AISI 304, ізоляція 50 мм. Розміри: $D=1,4 \text{ м}$, $H=2,0 \text{ м}$.

Кількість одиниць обладнання:

$$N=M_{\text{зм}}/V\cdot K_{\text{ц}}=1221,06/2000\cdot1=0,61\approx1 \text{ одиниця}$$

$$\text{Об'єм: } V=\pi\cdot0,7^2\cdot1,8+\pi\cdot0,3\cdot(1,42+1,4\cdot0,3+0,32)/6=2,0 \text{ м}^3$$

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

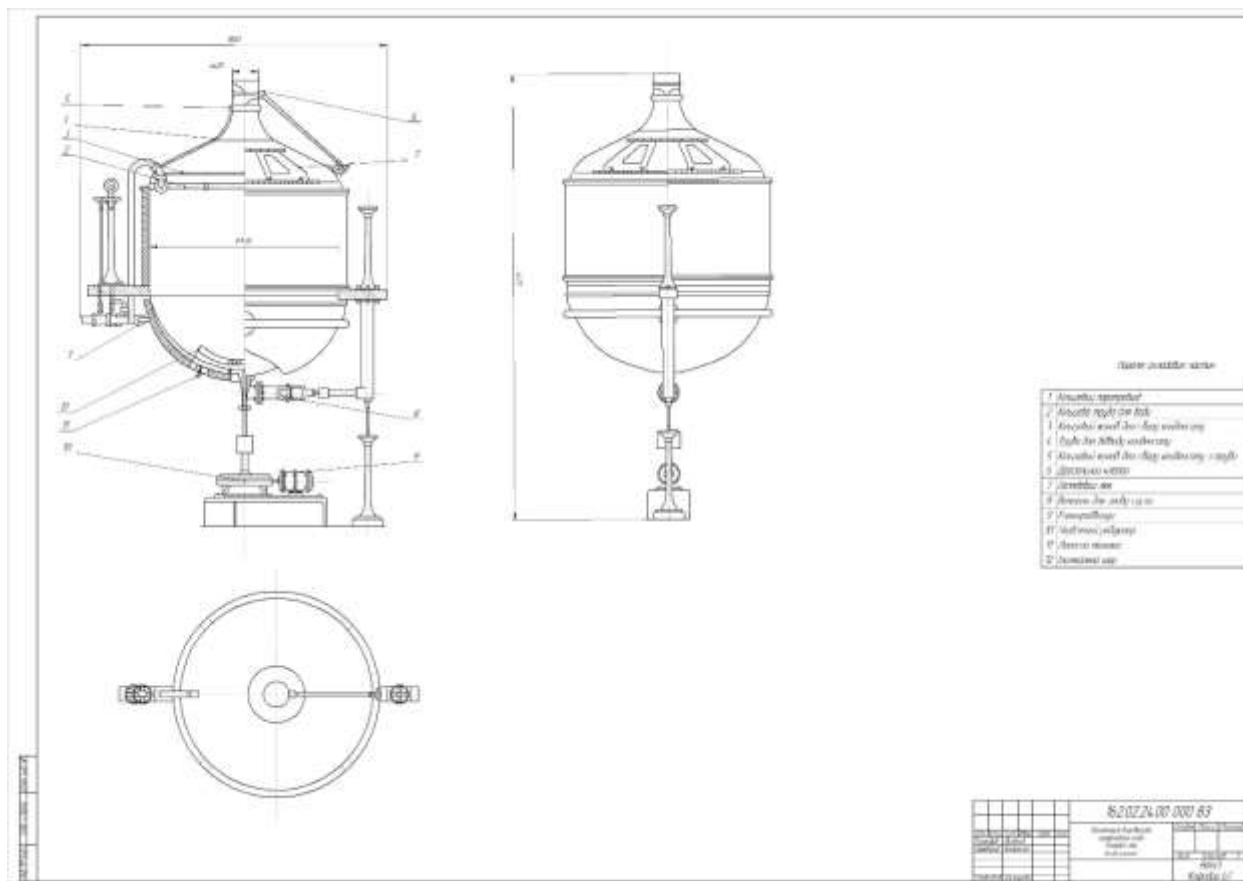


Рис. 3.1 – Креслення сусловарильного котла

Тепловий баланс сусловарильного котла

Нагрівання сусли ($T=62^{\circ}\text{C}$):

$$Q_6=1120\cdot0,95\cdot(100-62)=40432 \text{ кДж}$$

Випаровування (10% за 1,75 год):

$$V=1120\cdot0,1\cdot1,75=196 \text{ л,}$$

$$Q_7=196\cdot540=105840 \text{ кДж}$$

Сумарне тепло ($\eta=0,95$):

$$\Sigma Q=40432+105840/0,95=154097 \text{ кДж}$$

Витрата пари:

$$G=154097/(650-100)=280 \text{ кг}$$

Поверхня теплообміну:

$$F=154097\cdot10^3/500\cdot50\cdot3600=1,71 \text{ м}^2$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

162.02.24.00 000 ПЗ

Арк.

56

Кількість: 1 котел.

Коефіцієнт ефективності:

$$K_{\text{еф.вик}} = (1,5 + 1,5) / 8 = 0,375$$

Підбір обладнання на стадії *Ферментація/Карбонізація*

Для 1010 л сусла з дріжджами (2 л) та декстрозою (8 кг) використовуємо ЦКТ на 1500 л. Продуктивність: 1018 кг/цикл (22 дні). Охолодження: Водяна сорочка, 2 м². Матеріал: AISI 316. Розміри: D=1,2 м, H=2,5 м. Матеріал: AISI 316 стійкий до CO₂.

Кількість обладнання:

$$N = M_{\text{зм}} / V \cdot K_{\text{ц}} = 1018 / 1500 \cdot 1 = 0,68 \approx 1 \text{ одиниця}$$

Об'єм:

$$V = \pi \cdot 0,62 \cdot 2,5 = 1,5 \text{ м}^3$$

Тепловий баланс ЦКТ:

Охолодження до 6°C:

$$Q = 1010 \cdot 0,94 \cdot (20 - 6) = 13297 \text{ кДж}$$

Вода (t_{пв}=12°C, t_{кв}=6°C):

$$V = 13297 / (12 - 6) = 2216 \text{ л}$$

Кількість: 2 танки (паралельна ферментація).

Підбір обладнання на стадії *Дозрівання*

Для 1000 л пива при 12–14°C використовуємо лагерний танк на 1500 л. Продуктивність: 1000 кг/цикл (5 тижнів). Охолодження: Водяна сорочка, 2 м². Матеріал: AISI 316. Розміри: D=1,2 м, H=2,5 м.

Кількість обладнання:

$$N = M_{\text{зм}} / V \cdot K_{\text{ц}} = 1000 / 1500 \cdot 1 = 0,67 \approx 1 \text{ одиниця}$$

Об'єм:

$$V = \pi \cdot 0,62 \cdot 2,5 = 1,5 \text{ м}^3$$

Тепловий баланс для лагерного танка:

Охолодження до 12°C:

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$Q=1000 \cdot 0,94 \cdot (20-12)=7520 \text{ кДж}$$

Вода:

$$V=7520/(12-6)=1253 \text{ л}$$

Кількість: 5 танків (паралельне дозрівання).

Підбір обладнання на стадії *Розлив*

Для 980 л (2000 пляшок 0,5 л, 10 кег по 50 л) використовуємо лінію розливу. Продуктивність: 2000 л/год. Потужність: 3 кВт. Матеріал: AISI 304. Довжина конвеєра: 2 м. Кількість форсунок: 6 (для пляшок), 2 (для кегів).

Кількість одиниць:

$$N=M_{зм}/T_{еф.р.} \cdot m=980/6 \cdot 2000=1 \text{ одиниця}$$

Тепловий баланс:

Без нагрівання, втрати тепла мінімальні (CIP-мийка при 80°C, $Q=200 \cdot 1000 \cdot (80-10)=14000 \text{ кДж}$).

Кількість: 1 лінія.

Коефіцієнт ефективності:

$$K_{еф.вик}=(1+1,5)/8=0,31$$

Також як допоміжне обладнання на різних стадіях використовуємо: для прийомки - бункер (500 л, AISI 304); для транспортування - насос (2000 л/год, AISI 316, 1,5 кВт) – 2 шт; для охолодження - теплообмінник (3 м², 1000 л/год, AISI 316), для мийки - CIP-станція (500 л/л, AISI 304); у виробничій лабораторії - денсиметр, рН-метр, мікроскоп.

Розрахунок загального теплового балансу

Нагрівання (затирання, кип'ятіння):

$$\sum Q=58831+154097=212928 \text{ кДж,}$$

$$G=387 \text{ кг}$$

Охолодження (ферментація, дозрівання):

$$Q=13297+7520=20817 \text{ кДж,}$$

$$V=3470 \text{ л}$$

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

CIP-мийка: $Q=14000$ кДж, $G=26$ кг

Загалом: $\sum Q_g=226928$ кДж, $G=413$ кг.

Охолодження: $V=3470$ л.

Умови підвалів сприяють дозріванню, але потребують вентиляції.

3.3 Опис технологічного процесу

Опис технологічного процесу сезонного крафтового пива Pumpkin Ale враховує попередні розрахунки матеріального балансу (1481,06 кг сировини, 980 кг готового продукту), річну продуктивність (14700 л за 120 днів, 15 серій по 980 л), обладнання від вітчизняної компанії (продуктивність 2000 л/варка). Сусло виготовляється з масовою часткою сухих речовин $15,0\pm 0,2\%$, доводиться до $5,4\%$ перед розливом.

Очікувані характеристики готового продукту:

- Колір: Золотисто-помаранчевий (12–15 EBC).
- Смак: Легка солодкість, гарбузовий профіль, прянощі (кориця, гвоздика, імбир, ваніль).
- Аромат: Печений гарбуз, трав'яний хміль, прянощі.
- Піна: Густа, стійка (2–3 хв).
- ABV: 5,5–6,0%.
- Гіркота: 20–25 IBU.
- Густина: Початкова (OG) 1,050–1,060, кінцева (FG) 1,010–1,015.

На стадії ДР 1 відбувається підготовка виробництва до процесу.

ДР 2. Підготовка сировини

На цій стадії забезпечується очищення, зважування та підготовка інгредієнтів для технологічного процесу.

Вода (1120 л): Використовується система зворотного осмосу для видалення солей. Вода коригується до профілю для елів (Ca^{2+} : 50–100 ppm,

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

SO₄²⁻: 50–150 ppm) додаванням гіпсу (0.5 г/л) і хлористого кальцію (0.1–0.2 г/л). рН: 5.5–6.0. Деаерація проводиться для видалення кисню (<0.1 мг/л). Готується: 760 л для затирання, 360 л для промивки дробини.

Солод (250 кг): Приймається в бункері (500 кг), очищається від пилу на сепараторі, транспортується до бункера для витримки. Зважується порціями по 100 кг (±0,1 кг).

Гарбуз (100 кг): Свіжий гарбуз (Hokkaido/Butternut) очищається, нарізається кубиками (5–7 см), посипається цукром (2 кг) і запікається в промисловій печі при 160–170°C протягом 60 хв для карамелізації цукрів. Після охолодження м'якоть подрібнюється в пюре в подрібнювачі (50 кг/30 хв, 2 цикли).

Хміль (0,84 кг): Гранули Magnum (480 г) і Saaz (360 г) зважуються (±0,01 кг) і зберігаються при 0–5°C.

Прянощі (0,18 кг): Кориця (40 г) і гвоздика (20 г) мелються, імбир (80 г) натирається, ванілі (8 стручків) розрізаються. Зважування: ±0,001 кг.

Дріжджі (2 л): WLP002 English Ale активується в стерильному суслі (10% обсягу) при 20°C протягом 12 год.

Декстроза (8 кг): Зважування: ±0,1 кг, розчиняється в кип'яченій воді перед внесенням.

Лабораторія перевіряє мікробіологічну чистоту (*E. coli*, контамінанти), рН води, якість солоду (вологість <5%, екстрактивність >80%). Тривалість: 3 год.

ДР 3. Подрібнення сировини

На цій стадії подрібнюються солод і гарбуз для максимального вилучення цукрів.

Солод (250 кг): Подрібнюється на вальцевій дробарці (100 кг/год, отвори сит 2,75–3,0 мм) до розміру 1–2 мм, зберігаючи 20% цілого лушпиння для фільтрації. Подрібнений солод транспортується до передзаторника. Втрати: 1% (2,5 кг, пил).

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Гарбуз (100 кг): Печений гарбуз подрібнюється в блендері до однорідного пюре (2 цикли по 50 кг, 60 хв).

Перевіряється гранулометричний склад солоду (денсиметр), консистенція гарбузового пюре. Тривалість: 3,5 год (солод: 2,5 год, гарбуз: 1 год).

ТП 4. Затирання

На цій стадії оцукрюється крохмаль для отримання сусла з $15,0 \pm 0,2\%$ сухих речовин.

У передзаторнику змішується 250 кг солоду з 760 л води ($1:3$, $48 \pm 2^\circ\text{C}$). Додається хлористий кальцій ($0,1$ г/л) для рН $5,5-5,6$. Витримка: 15 хв (протеїнова пауза). Суміш перекачується до заторного чана (2000 л), додається 100 кг гарбузового пюре. Температурний режим: нагрів до $64 \pm 2^\circ\text{C}$ ($1^\circ\text{C}/\text{хв}$), витримка 15 хв (бета-амілазная пауза). Нагрів до $72 \pm 2^\circ\text{C}$, витримка 25 хв (альфа-амілазная пауза, йодна проба: негативна). Нагрів до $78 \pm 2^\circ\text{C}$, витримка 10 хв. Мішалка ($1,5$ кВт, 31 об/хв) працює постійно. Обсяг затору: 1110 кг ($\rho=1083$ кг/м³). Втрати: 2% (22 кг, пригар).

Контроль: OG ($1,050-1,060$), рН ($5,2-5,6$), йодна проба. Тривалість: 1,5 год.

ТП 5. Фільтрація затору

На цій стадії відокремлюється сусло від дробини.

Затор (1110 кг) перекачується до фільтр-преса. Фільтрація: до $14,4-14,6\%$ сухих речовин. Промивка дробини: 360 л води ($79 \pm 2^\circ\text{C}$) до $0,5-0,8\%$ сухих речовин. Обсяг сусла: 1120 л. Втрати: 5% (55 кг, дробина).

Контроль: Густина сусла, прозорість, мікробіологічна чистота. Тривалість: 1 год.

ТП 6. Кип'ятіння сусла

На цій стадії стерилізується сусло, вилучається гіркота хмелю, додаються прянощі.

Сусло (1120 л) перекачується до сусловарного котла (2000 л). Проводиться кип'ятіння – загалом 70 хв (100°C , випаровування 10% (112 л)), із додаванням через: 5 хв 480 г Magnum ($20-25$ IBU), 50 хв 360 г Saaz (аромат), 55 хв 40 г

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ірландського моху, 65 хв 40 г кориці, 20 г гвоздики, 80 г імбиру, 8 стручків ванілі. Регуляція рН здійснюється ортофосфорною кислотою (0,05 г/л) для рН $5,2 \pm 0,2$. Обсяг після кип'ятіння: 1008 л. Концентрація: 15,0% сухих речовин.

Контроль: IBU, рН, мікробіологічна чистота. Тривалість: 1,5 год.

ТП 7. Освітлення та охолодження суслу

На цій стадії видаляється осад і охолоджується сусло.

Освітлення: Сусло перекачується до седиментаційного апарата для відстоювання (15–20 хв). Видаляються білки та хмелева дробина. Обсяг: 1000 л.

Охолодження: Сусло охолоджується в теплообміннику до 18–21°C за 30 хв. Аерація: 1,2–1,5 г/л кисню.

Втрати: 1% (10 л).

Контроль: Температура, кисень, чистота. Тривалість: 0,5 год.

ТП 8. Ферментація

На цій стадії перетворюються цукри в алкоголь.

Сусло (1000 л) перекачується до ЦКТ (1500 л). Вносяться дріжджі WLP002 (2 л, 0,2 л/гл). Бродіння: 7–8 днів (168–192 год) при 18–21°C до FG 1,010–1,015. Втрати: 1% (10 л).

Контроль: Густина, рН (4.2–4.6), смак, мікробіологія. Тривалість: 192 год.

ТП 9. Карбонізація та дозрівання

На цій стадії пиво насичується CO₂ природним шляхом і остаточно формується смак.

Пиво (990 л) перекачується до лагерного танка (1500 л). Додається 8 кг декстрози (8 г/л), розчиненої в кип'яченій воді, для вторинної ферментації. Карбонізація: 10–14 днів (240–336 год) при 18–24°C до 2,5–2,7 об'ємів CO₂. Дозрівання: 5 тижнів (840 год) при 12–14°C для гармонізації гарбузових і пряних нот. Втрати: 1% (10 л).

Контроль: CO₂, смак, аромат, пінистість. Тривалість: 1176 год (336 + 840).

ПМВ 10. Розлив пива

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Пиво (980 л) розливається на лінії (2000 л/год) у ПЕТ-пляшки (0,5 л, 1960 шт.) або кеги (50 л, 10 шт.). Пляшки миються, перевіряються, розливаються, закупорюються, етикетуються, упаковуються. Кеги миються на СІР-станції ПМ-СІР-500. Зберігання: 0–4°C, термін придатності: 30 днів. Втрати: 2% (20 л). Маркування: Відповідність Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» та ТУ.

Контроль: Герметичність, чистота, ABV, CO₂. Тривалість: 1 год.

Контроль якості: мікробіологічний: тести на *E. coli*, молочнокислі бактерії (перед затиранням, ферментацією, розливом), фізико-хімічний: OG, FG, pH, IBU, ABV, CO₂ (денсиметр, pH-метр, спектрофотометр), сенсорний: смак, аромат, колір, пінистість (лабораторна дегустація), сертифікація: відповідність ДСТУ 3888:2015, ISO 22000:2018.

Очікувані втрати: випаровування: 10% (112 л), дробина: 5% (55 кг), осад: 5% (50 л), розлив: 2% (20 л), фінальний обсяг: 980 л.

Загальний тепловий баланс

Нагрівання: $58831 + 106191 + 14000 = 179022$ кДж, G=326 кг пари

Охолодження: $72380 + 2820 + 11171 = 86371$ кДж, V=4525 л води.

Графік виробництва

Підготовка: 3 год. Подрібнення: 3,5 год. Затирання: 1,5 год. Фільтрація: 1 год. Кип'ятіння: 1,5 год. Освітлення/охолодження: 0,5 год. Ферментація: 192 год. Карбонізація/дозрівання: 1176 год. Розлив: 1 год. Загалом: 1376 год (57,3 днів).

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

3.4 Схеми виробництва

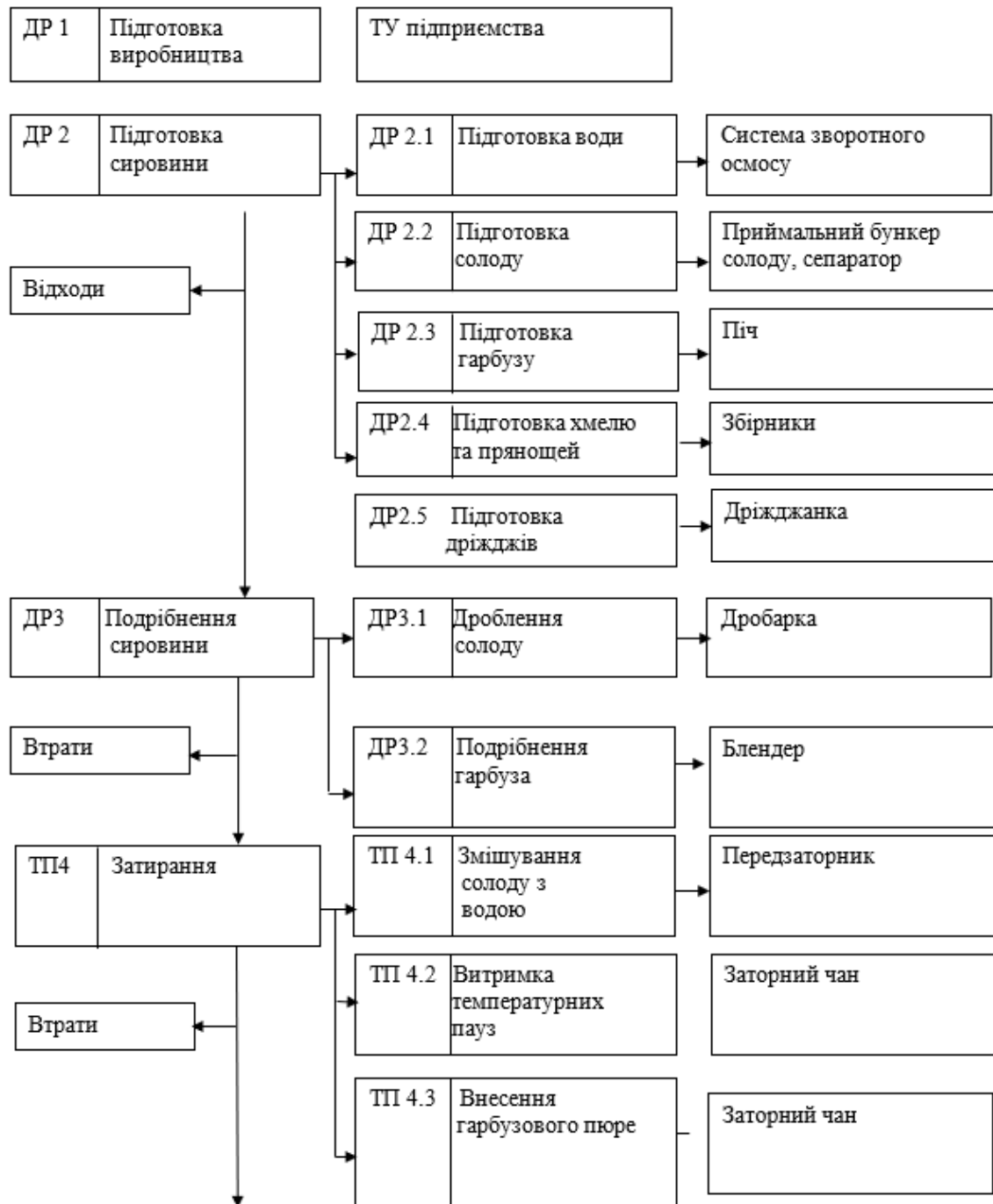
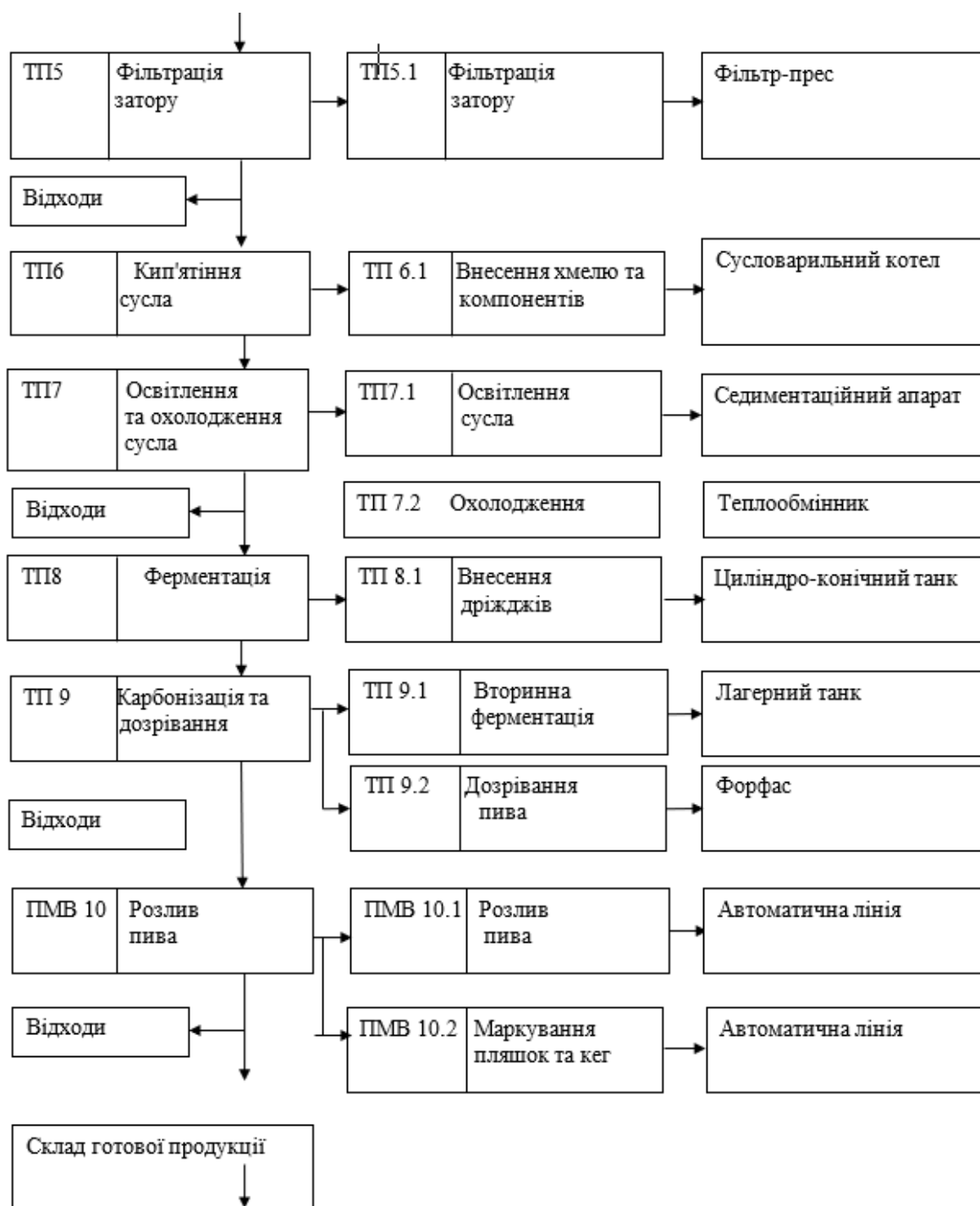


Рис. 3.1 – Технологічна схема виробництва крафтового пива Pumpkin Ale



Продовження рис. 3.1

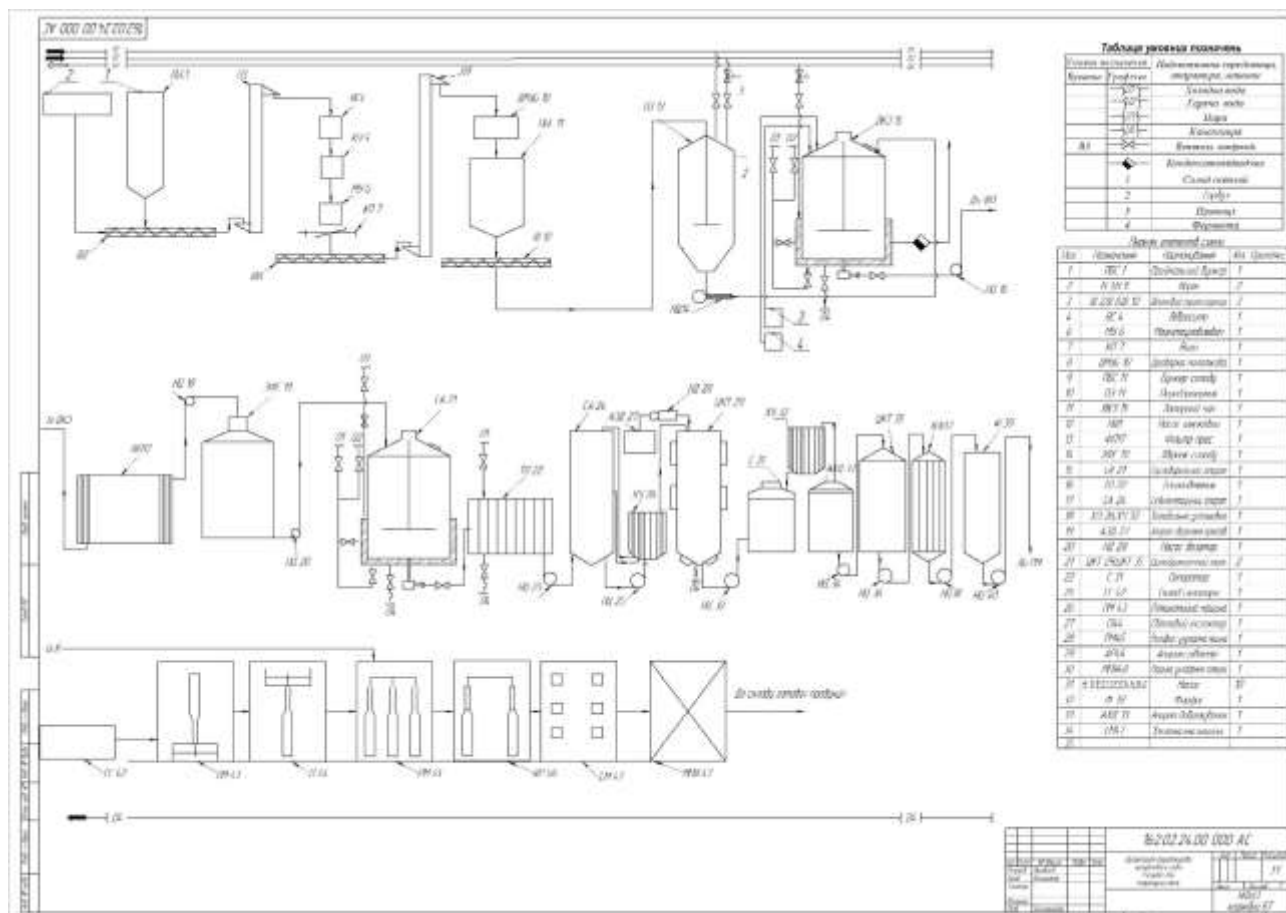


Рис. 3.6 – Апаратурна схема виробництва крафтового пива Pumpkin Ale

3.5 Критичні параметри виробництва

Відповідно до вимог ДСТУ ISO 22000:2019 «Системи керування безпечністю харчових продуктів», принципи HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) застосовуються для забезпечення безпеки та якості пива Pumpkin Ale на всіх етапах виробництва на запронованому майданчику для організації виробництва. Контроль якості охоплює відбір проб, специфікації, проведення випробувань, організацію, документування та процедури видачі дозволів, які гарантують, що сировина, напівпродукти та готова продукція відповідають встановленим вимогам перед використанням або реалізацією. Контроль якості не обмежується лабораторними операціями, а включає всі рішення, пов'язані з якістю, та здійснюється через відділ контролю якості броварні. У процесі виробництва контролюються відповідність сировини (солод, гарбуз, хміль, вода, дріжджі, спеції), санітарний стан обладнання та приміщень, виконання технологічних операцій і режимів, а також мікробіологічна безпека [7, 16, 25].

У рамках кваліфікаційної роботи проведено аналіз критичних контрольних точок (ККТ) виробництва пива Pumpkin Ale, які є необхідними для забезпечення коректного ходу технологічного процесу та випуску якісної продукції, що відповідає ДСТУ 3888:2015, ISO 22000:2018 та рецептурі. На основі аналізу складено таблицю постадійного контролю критичних параметрів (Таблиця 3.3), яка включає точки, що критично впливають на безпеку та якість продукту. Мікробіологічний контроль охоплює перевірку аераційного повітря, води, дріжджів і готового пива, а хіміко-технологічний контроль включає аналіз густини, рН, гіркоти (IBU), вмісту алкоголю (ABV), рівня CO₂ та сенсорних характеристик.

Критичні контрольні точки (ККТ) визначено для кожної стадії технологічного процесу виробництва Pumpkin Ale (підготовка сировини,

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

подрібнення, затирання, фільтрація затору, кип'ятіння, охолодження, ферментація, карбонізація/дозрівання, розлив), враховуючи потенційні небезпеки (мікробіологічні, хімічні, фізичні) та їх вплив на якість і безпеку продукту.

Основні критичні параметри включають:

Мікробіологічна чистота: Відсутність патогенів (*E. coli*, *Salmonella*) та контамінантів (молочнокислі бактерії, дикі дріжджі) у сировині, воді, повітрі та готовому пиві.

Хіміко-технологічні показники: Густина (OG, FG), pH, IBU, ABV, CO₂, сенсорні характеристики (смак, аромат, колір, піна).

Температурні режими: Дотримання температур для затирання (64–78°C), ферментації (18–21°C), дозрівання (12–14°C).

Санітарний стан: Чистота обладнання (CIP-мийка), приміщень, тари.

Фізичні параметри: Відсутність сторонніх включень (метал, пил), герметичність упаковки

Таблиця 2.6

Контроль критичних стадій і проміжної продукції

№	Критичні точки (стадії, операції)	Критичні параметри і характеристики якості	Одиниця виміру	Критерій прийнятності
1	Підготовка сировини			
	1.1. Підготовка води	pH води	-	5.5–6.0
		Мікробіологічна чистота (<i>E. coli</i> , загальна мікробна обсіменість)	КУО/мл	Відсутність <i>E. coli</i> , <100 КУО/мл
		Вміст кальцію, сульфатів	ppm	Ca ²⁺ : 50–100, SO ₄ ²⁻ : 50–150
	1.2. Очищення солоду	Сторонні включення (пил, камені, метал)	%	<0.1%
		Вологість солоду	%	<5%
	1.3. Підготовка гарбуза	Мікробіологічна чистота (перед запіканням)	КУО/г	<1000 КУО/г
		Температура запікання	°C	160–170
	1.4. Активація дріжджів	Життєздатність дріжджів	млн клітин/мл	20–25

		Мікробіологічна чистота (дикі дріжджі, бактерії)	КУО/мл	Відсутність
2	Подрібнення зернопродуктів			
	2.1. Подрібнення солоду	Гранулометричний склад	мм	1–2, лушпиння 20% ціле
		Втрати (пил)	%	<1%
	2.2. Подрібнення гарбуза	Консистенція пюре	-	Однорідна, без грудок
3	Затирання			
	3.1. Змішування солоду, гарбуза, води	Температура затору	°C	64±2 (15 хв), 72±2 (25 хв), 78±2 (10 хв)
		pH затору	-	5.2–5.6
		Йодна проба	-	Негативна (без синього кольору)
	3.2. Санітарна обробка чана	Залишки мийних засобів	мг/л	Відсутність
4	Фільтрація затору			
	4.1. Фільтрація	Густина сусла	%	14.4–14.6
		Прозорість сусла	-	Візуально прозоре
	4.2. Промивка дробини	Температура промивної води	°C	79±2
		Концентрація сухих речовин у промивних водах	%	0.5–0.8
5	Кип'ятіння сусла			
	5.1. Кип'ятіння	Тривалість	хв	70
		Випаровування	%	10%
		pH сусла	-	5.2±0.2
	5.2. Додавання хмелю, прянощів	Дозування хмелю (Magnum, Saaz)	г	480 г, 360 г
		Дозування прянощів	г	Кориця: 40 г, гвоздика: 20 г, імбир: 80 г, ваніль: 8 шт.
	5.3. Мікробіологічна чистота	Загальна мікробна обсіменість	КУО/мл	<10 КУО/мл
6	Освітлення та охолодження сусла			
	6.1. Освітлення	Тривалість відстоювання	хв	15–20
	6.2. Охолодження	Температура сусла	°C	18–21
		Вміст кисню	г/гл	1.2–1.5

	6.3. Аераційне повітря	Мікробіологічна чистота	КУО/м³	Відсутність патогенів
7	Ферментація			
	7.1. Основне бродиння	Температура	°C	18–21
		Тривалість	год	168–192 (7–8 днів)
		Кінцева густина (FG)	-	1.010–1.015
		pH молодого пива	-	4.2–4.6
	7.2. Мікробіологічна чистота	Патогени (E. coli, Salmonella)	КУО/мл	Відсутність
8	Карбонізація та дозрівання			
	8.1. Вторинна ферментація	Дозування декстрази	г/л	8
		Температура	°C	18–24 (10–14 днів)
		Рівень CO ₂	об'ємів	2.5–2.7
	8.2. Дозрівання	Температура	°C	12–14
		Тривалість	год	840 (5 тижнів)
	8.3. Сенсорні характеристики	Смак, аромат	-	Гарбуз, прянощі, без сторонніх присмаків
		Піна	хв	Стійка, 2–3 хв
9	Розлив			
	9.1. Санітарна обробка тари	Залишки мийних засобів (пляшки, кеги)	мг/л	Відсутність
		Мікробіологічна чистота тари	КУО/см²	<10 КУО/см²
	9.2. Розлив	Обсяг готового пива	л	980±20
		ABV	%	5.5–6.0
		Герметичність упаковки	-	100% герметична
	9.3. Мікробіологічна стабільність	Загальна мікробна обсіменість	КУО/мл	<100 КУО/мл
		Патогени	КУО/мл	Відсутність

Опис критичних параметрів

Підготовка сировини:

Вода: pH, мінеральний склад і мікробіологічна чистота є критичними для ферментації та смаку. Некоректний склад може вплинути на активність дріжджів або викликати контамінацію.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Солод: Відсутність сторонніх включень і низька вологість забезпечують якість затору.

Гарбуз: Мікробіологічна чистота перед запіканням запобігає зараженню. Температура запікання впливає на карамелізацію цукрів.

Дріжджі: Життєздатність і чистота штаму WLP002 гарантують стабільну ферментацію.

Подрібнення: Гранулометричний склад солоду впливає на ефективність затирання та фільтрацію. Надмірний пил може викликати каламутність.

Консистенція гарбузового пюре забезпечує рівномірне змішування з затором.

Затирання: Температурний режим і рН критично впливають на оцукрювання крохмалю. Відхилення можуть призвести до низької екстрактивності або сторонніх присмаків.

Йодна проба підтверджує завершення оцукрювання.

Санітарна обробка чана запобігає контамінації.

Фільтрація затору: Густина і прозорість сусла визначають вихід екстракту. Температура промивної води впливає на вилучення цукрів.

Кип'ятіння: Тривалість і випаровування стерилізують сусло та концентрують сухі речовини. Дозування хмелю та прянощів формує смаковий профіль.

Мікробіологічна чистота після кип'ятіння є обов'язковою.

Освітлення та охолодження: Відстоювання видаляє осад, а температура охолодження оптимізує внесення дріжджів. Вміст кисню впливає на активність дріжджів.

Чистота аераційного повітря запобігає зараженню.

Ферментація: Температура і тривалість бродіння визначають ABV і смак. FG підтверджує завершення ферментації.

Відсутність патогенів забезпечує безпеку.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Карбонізація та дозрівання: Декстроза та температура вторинної ферментації забезпечують природну карбонізацію. Дозрівання гармонізує смак.

Сенсорні характеристики перевіряються для відповідності стилю Pumpkin Ale.

Розлив: Санітарна обробка тари та герметичність упаковки запобігають псуванню. ABV і CO₂ підтверджують відповідність рецептурі.

Мікробіологічна стабільність гарантує термін придатності (30 днів при 0–4°C).

Заходи управління ККТ

Моніторинг: Щоденні заміри параметрів (денсиметр, рН-метр, спектрофотометр, мікроскоп).

Корегувальні дії:

При відхиленні рН: додавання хлористого кальцію або ортофосфорної кислоти.

При контамінації: відбракування партії, посилена СІР-мийка.

При невідповідності смаку: коригування дозування прянощів у наступній партії.

Документування: Журнали контролю, протоколи випробувань, сертифікати якості сировини.

Навчання персоналу: Регулярні тренінги з НАССР та санітарних норм.

3.6 Екологічні аспекти виробництва

У рамках кваліфікаційної роботи, присвяченої виробництву пива Pumpkin Ale на вітчизняному крафтовому підприємстві проведено аналіз екологічних аспектів технологічного процесу на основі розрахунків матеріального балансу, визначення критичних контрольних точок та опису виробництва. Аналіз охоплює ідентифікацію відходів, технологічних викидів

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

і стоків, а також рекомендації щодо їх очищення, знешкодження, утилізації або використання як вторинної сировини. Екологічні заходи відповідають вимогам ДСТУ ISO 14001:2015, ДСТУ ISO 22000:2019, Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та принципам сталого розвитку, що є актуальними для крафтового пивоваріння [26, 29, 45-48].

Перелік і характеристика відходів виробництва

Виробництво пива Pumpkin Ale генерує тверді відходи, стічні води та газоповітряні викиди, які утворюються на різних стадіях технологічного процесу (підготовка сировини, подрібнення, затирання, фільтрація, кип'ятіння, охолодження, ферментація, карбонізація/дозрівання, розлив). Нижче наведено детальний перелік відходів із розрахунками для партії 1000 л.

Тверді відходи

Солодова дробина (55 кг/партія, близько 5% від затору): утворюється під час фільтрації затору (стадія 5). Склад: лущиння солоду, залишки крохмалю, білки, клітковина. Вологість: 75–80%. Річна кількість: $55 \cdot 15 = 825$ кг.

Гарбузові відходи (10 кг/партія, близько 10% від гарбуза): утворюються під час очищення та запікання гарбуза (стадія 2). Склад: шкірка, насіння. Вологість: 70%. Річна кількість: $10 \cdot 15 = 150$ кг.

Хмелева дробина та білковий осад (5 кг/партія, 1% від сусла): утворюються під час кип'ятіння та освітлення сусла (стадії 6-7). Склад: залишки хмелю (Magnum, Saaz), коагульовані білки, ірландський мох. Вологість: 80%. Річна кількість: $5 \cdot 15 = 75$ кг.

Дріжджовий осад (10 кг/партія, 1% від молодого пива): утворюється під час ферментації (стадія 8). Склад: відпрацьовані дріжджі WLP002, залишки сусла. Вологість: 85%. Річна кількість: $10 \cdot 15 = 150$ кг.

Відходи упаковки (2 кг/партія): утворюються під час розливу (стадія 10). Склад: пошкоджені етикетки, пластикові пробки, браковані ПЕТ-пляшки. Річна кількість: $2 \cdot 15 = 30$ кг.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Загальна кількість твердих відходів: 82 кг/партія, 1230 кг/рік.

Стічні води

Технологічні стоки (4525 л/партія): утворюються під час охолодження суслу (2193 л, стадія 7), ферментації (470 л, стадія 8), дозрівання (1862 л, стадія 9). Склад: вода з низьким вмістом органічних речовин ($\text{БСК}_5 < 50$ мг/л), рН 6.5–7.5. Річна кількість: $4525 \cdot 15 = 67875$ л.

Промивні стоки від СІР-мийки (200 л/партія): утворюються під час санітарної обробки обладнання (заторний чан, ЦКТ, кеги, розливна лінія, стадії 4, 8, 10). Склад: вода, мийні засоби (лужні, кислотні), органічні залишки ($\text{БСК}_5 \sim 200\text{--}300$ мг/л), рН 10–12 (лужні) або 2–4 (кислотні). Річна кількість: $200 \cdot 15 = 3000$ л.

Промивна вода від фільтрації (360 л/партія): утворюється під час промивки дробини (стадія 5). Склад: вода з залишками цукрів, білків ($\text{БСК}_5 100$ мг/л), рН 5.5–6.5. Річна кількість: $360 \cdot 15 = 5400$ л.

Загальна кількість стічних вод: 5085 л/партія, 76 275 л/рік.

Газоповітряні викиди

Пари від кип'ятіння (112 л/партія, 10% суслу): утворюються під час кип'ятіння суслу (стадія 6). Склад: водяна пара, леткі органічні сполуки (етанол, аромати хмелю, прянощів), CO_2 . Температура: 100°C . Річна кількість: $112 \cdot 15 = 1680$ л (еквівалент пари).

CO_2 від ферментації (20 кг/партія): утворюється під час основного бродіння (стадія 8). Склад: діоксид вуглецю, незначні кількості етанолу. Обсяг: 10 м^3 /партія. Річна кількість: $20 \cdot 15 = 300$ кг.

Викиди від теплогенерації (326 кг пари/партія): утворюються під час нагрівання (затирання, кип'ятіння, СІР-мийка). Склад: CO_2 , NO_x , SO_x (залежно від палива, наприклад, природний газ). Еквівалент: 0,2 кг CO_2 /кг пари. Річна кількість: $326 \cdot 15 \cdot 0,2 = 978$ кг CO_2 . Загальна кількість викидів: 132 кг/партія (еквівалент), 2258 кг/рік (CO_2 та пара).

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Методи очищення, знешкодження, утилізації та рекомендації

Для мінімізації екологічного впливу виробництва Pumpkin Ale пропонується комплекс заходів із управління відходами, стоками та викидами, спрямованих на утилізацію, повторне використання та зниження шкідливих ефектів.

Управління твердими відходами

Солодова дробина (825 кг/рік): метод утилізації - передача на корм для худоби (свині, корови) після сушіння до вологості <10% на сушильному обладнанні (енерговитрати: 50 кВт·год/т). Альтернатива: використання як сировини для виробництва біогазу (вихід: близько 100 м³ біогазу/т) або компостування. Рекомендація: укласти договори з місцевими фермерськими господарствами (Харківська обл.) для постачання дробини.

Гарбузові відходи (150 кг/рік): метод утилізації - компостування разом із солодовою дробиною (аеробний процес, 30–60 днів). Насіння гарбуза можна сушити та продавати як снеки. Рекомендація: використовувати компост для озеленення території броварні або передавати садовим господарствам.

Хмелева дробина та білковий осад (75 кг/рік): метод утилізації - додавання до компосту або використання в біогазових установках разом із дробиною. Рекомендація: оптимізувати процес освітлення (стадія 7) для зменшення осаду (наприклад, використання центрифуги).

Дріжджовий осад (150 кг/рік): метод утилізації - повторне використання дріжджів (2–3 цикли) для наступних партій після лабораторної перевірки життєздатності. Непридатні дріжджі передаються на біогаз або компостування. Рекомендація: впровадити систему регенерації дріжджів для економії (30% витрат на дріжджі).

Відходи упаковки (30 кг/рік): метод утилізації - сортування та передача на переробку (пластик, папір). Пошкоджені ПЕТ-пляшки: вторинна переробка в гранули. Рекомендація: укласти договір із місцевими пунктами переробки (Харків). Використовувати біорозкладні етикетки для зменшення відходів.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Управління стічними водами

Технологічні стоки (67875 л/рік): метод очищення - механічна фільтрація (видалення суспензій) та біологічне очищення на локальних очисних спорудах (аеротенки, активний мул). БСК₅ знижується до <20 мг/л, рН коригується до 6.5–8.5. Рекомендація: повторне використання очищеної води для технічних потреб (миття підлоги, полив території).

Промивні стоки від СІР-мийки (3000 л/рік): метод очищення -+ нейтралізація (додавання кислоти/лугу для рН 6.5–8.5), відстоювання, біологічне очищення. Видалення мийних засобів (фосфати, ПАВ) за допомогою флокулянтів. Рекомендація: впровадити замкнутий цикл СІР-мийки для зменшення обсягу стоків (50%). Використовувати екологічні мийні засоби.

Промивна вода від фільтрації (5400 л/рік): метод очищення - фільтрація та біологічне очищення разом із технологічними стоками. Рекомендація: використовувати промивну воду для попереднього зволоження дробини перед компостуванням.

Управління газоповітряними викидами

Пари від кип'ятіння (1680 л/рік): метод утилізації - конденсація пари в теплообміннику для повторного використання тепла (енергозбереження близько 10%). Леткі сполуки (етанол, аромати) уловлюються вугільними фільтрами. Рекомендація: модернізувати варильний котел (ПМ-СК-2000) для підвищення ефективності конденсації.

CO₂ від ферментації (300 кг/рік): метод утилізації - збір CO₂ у балонах для повторного використання в карбонізації пива або продажу (вихід: 0.5 кг CO₂/л пива). Альтернатива: нейтралізація через абсорбцію (вапняна вода). Рекомендація: впровадити систему збору CO₂ (витрати: близько 50000 грн, окупність: 2 роки).

Викиди від теплогенерації (978 кг CO₂/рік): метод зменшення - перехід на енергоефективні котли (ККД >90%) або використання відновлюваних

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

джерел енергії (сонячні панелі). Уловлювання NOx/SOx: каталітичні нейтралізатори. Рекомендація: провести енергоаудит для оптимізації споживання газу.

Рекомендації щодо поводження з продукцією та відходами

Основна продукція (пиво Pumpkin Ale)

Пиво (14 700 л/рік): Реалізація через фірмові магазини броварні, HoReCa (Харків, Київ), експорт (Польща, країни Балтії). Зберігання: 0–4°C, термін придатності 30 днів (нефільтроване). Рекомендація: Впровадити систему зворотної тари (кеги, ПЕТ-пляшки) для зменшення відходів упаковки. Розробити маркетингову стратегію для сезонного попиту (серпень–листопад).

Побічна продукція

Солодова дробина та дріжджі: Використання як кормових добавок або сировини для біогазу.

Гарбузове насіння: Реалізація як снеки після сушіння.

CO₂: Продаж для карбонізації напоїв або використання в тепличних господарствах.

Загальні рекомендації

Циркулярна економіка: Інтеграція відходів (дробина, дріжджі, гарбузові відходи) у сільське господарство, біогазові установки або компостування.

Енергоефективність: Модернізація обладнання (теплообмінники, котли) для зниження викидів CO₂.

Сертифікація: Отримання сертифікату ISO 14001:2015 для підтвердження екологічної відповідальності.

Співпраця: Укласти договори з фермами, переробними підприємствами та теплицями для утилізації відходів.

Екологічні аспекти виробництва пива Pumpkin Ale на вітчизняній броварні включають управління твердими відходами, стічними водами і газоповітряними викидами. Пропоновані методи утилізації (компостування, біогаз, повторне використання CO₂) та очищення (біологічні очисні споруди,

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

конденсація пари) дозволяють мінімізувати вплив на довкілля. Рекомендації щодо використання відходів як вторинної сировини (корми, снеки, біогаз) сприяють сталому розвитку та економічній вигоді. Впровадження енергоефективних технологій і зворотної тари підвищить екологічну відповідальність броварні, відповідаючи сучасним стандартам крафтового пивоваріння.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі виконано організацію технологічного процесу виробництва крафтового сезонного пива Pumpkin Ale на вітчизняному крафтовому підприємстві (запропоновано харківська броварня «Пивна Легенда», що є частиною ТОВ «КОМПАНІЯ БАЛЕКС») для партії 1000 л з річною продуктивністю 14700 л. Отримані результати підтверджують досягнення поставленої мети та вирішення визначених завдань, що мають як теоретичне, так і практичне значення для розвитку крафтового пивоваріння в Україні.

На основі аналізу традиційної рецептури пива Pumpkin Ale розроблено технологію виробництва, адаптовану до промислового обладнання крафтової броварні (загальною продуктивністю 2000 л/варка). Процес включає підготовку сировини, подрібнення, затирання, фільтрацію, кип'ятіння, охолодження, ферментацію, природну карбонізацію, дозрівання та розлив, що відповідає крафтовому стилю.

Розраховано матеріальний баланс: із 1481,06 кг сировини (250 кг солоду, 100 кг гарбуза, 1120 л води, 0.84 кг хмелю, 0,18 кг спецій, 8 кг декстрази) отримано 980 кг готового пива, втрати – 178 кг. Розраховано тепловий баланс процесу: нагрівання – 179 022 кДж (326 кг пари), охолодження – 86 371 кДж (4525 л води). Розрахунки підтверджують ефективність використання ресурсів.

Відповідно до принципів НАССР (ДСТУ ISO 22000:2019) визначено критичні контрольні точки (ККТ) на всіх стадіях: рН води (5.5–6.0), густина сусла (14,4–14,6%), температура затирання (64–78°C), мікробіологічна чистота (відсутність *E. coli*, <100 КУО/мл), CO₂ (2,5–2,7 об'ємів), ABV (5,5–6,0%). Контроль забезпечує безпеку та відповідність пива стандартам ДСТУ 3888:2015 і сенсорним вимогам стилю (гарбузово-пряний смак, стійка піна).

Проаналізовано відходи виробництва: тверді (1230 кг/рік, включаючи

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

825 кг дробини, 150 кг гарбузових відходів), стічні води (76275 л/рік), викиди (2258 кг CO₂/рік). Запропоновано методи утилізації: солодова дробина – корм або біогаз, гарбузове насіння – снеки, CO₂ – карбонізація, стоки – біологічне очищення з повторним використанням. Заходи знижують екологічний вплив і відповідають ДСТУ ISO 14001:2015.

Розроблена технологія дозволяє броварні розширити асортимент сезонним пивом, що відповідає ринковому попиту. Рекомендації щодо енергоефективності (конденсація пари, замкнутий цикл CIP-мийки) та утилізації відходів забезпечують економію (енерговитрат, дохід від вторинної сировини). Результати придатні для впровадження для інших крафтових броварень.

Таким чином, кваліфікаційна робота пропонує обґрунтоване рішення для виробництва Pumpkin Ale, що поєднує якість, безпеку та екологічність, сприяючи розвитку крафтового пивоваріння та сталій економіці країни.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Броварня «Пивна легенда»: Офіційний сайт. URL: https://www.beerlegend.com.ua/about-us?utm_source=chatgpt.com (Дата доступу: 15.12.2024)
2. Галузь українського пивоваріння в умовах воєнного стану: Журнал «Напої. Технології та Інновації». URL: https://techdrinks.info/galuz-ukrayinskogo-pyvovarinnya-v-umovah-voyennogo-stanu/?utm_source=chatgpt.com (Дата доступу: 15.12.2024)
3. Горупа В. В. Конструкція обладнання біотехнологічних виробництв : практик. для студентів. Київ : НАУ, 2017. 64 с.
4. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства : підручник / С. В. Іванов та ін. ; ред. : С. В. Іванов ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2012. – 487 с.
5. Калініченко Л. Л. Проблеми розвитку крафтової діяльності в Україні. *ECONOMICS: time realities*. 2022. № 5(63). С. 26-33. DOI: 10.15276/ETR.05.2022.3
6. Комліченко О. О., Живець А. М., Наконечна В. І. Крафтове виробництво як джерело розвитку туристичної галузі регіону. *Економічний простір*. 2023. № 188. С. 37-40. DOI: 10.32782/2224-6282/188-6
7. Красінько В. О. Методи контролю біотехнологічних, фармацевтичних і харчових виробництв : конспект лекцій. Київ : НУХТ, 2019. 252 с.
8. Крафтові технології алкогольних та безалкогольних напоїв : порний конспект лекцій, для студентів першого (бакалаврського рівня) вищої освіти, які навчаються за освітньою програмою «Крафтові технології та гастрономічні інновації» спеціальність 181 «Харчові технології». Суми, 2024. 188 с. URL: <https://surli.cc/hbyaom> (дата звернення: 12.01.2025).

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

9. Ладуба М. Все про українське крафтове пиво: технологія виробництва, історія, сорти та кращі броварні URL: <https://itc.ua/ua/articles/vse-pro-ukrayinske-kraftove-pyvo-tehnologiya-vyrobnytstva-istoriya-sorty-ta-krashhi-brovarni/> (дата звернення: 12.01.2025).

10. Паска М. З., Графська О. І., Кулик О. М. Сучасні аспекти формування крафтових продуктів у ресторанній справі. *International scientific and practical conference, Prague, Czech Republic, September 25–26, 2020*. Prague, 2020. Р. 76–80.

11. Південна степова броварня «Дрофа»: Офіційний сайт. URL: <https://shop.drofabeer.com/> (Дата доступу: 15.12.2024)

12. Пивоварня «Пивна легенда»: Тримаємося!: Журнал «Напої. Технології та Інновації». URL: https://techdrinks.info/pyvovarnya-pyvna-legenda-trymayemosya/?utm_source=chatgpt.com (Дата доступу: 15.12.2024)

13. Пиво, технології та інновації. Журнал (№2(27) 2023). URL: https://techdrinks.info/wp-content/uploads/2023/08/Pyvo_veb.pdf (Дата доступу: 15.12.2024).

14. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія : підручник. 2–ге вид., допов. і перероб. Київ : НУХТ, 2010. 632 с.

15. Правда: Офіційний сайт. URL: <https://www.pravda.beer/pravda/> (Дата доступу: 15.12.2024)

16. Резвих Н. І., Л. П. Вогнівенко. Особливості технологчного процесу виробництва пива в Україні та світі. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 1. С. 449-458. DOI: 10.32782/tnv-tech.2025.1.46

17. Рибачек В. К. Деякі аспекти розвитку крафтового виробництва в Україні як інноваційної моделі в післявоєнному розвитку агровиробництва. DOI: 10.30525/978-9934-26-331-6-28

18. Селекція та скринінг рас спиртових дріжджів при зброджуванні високонцентрованого сусла з крохмалевмісної сировини / Т. О. Мудрак та ін.

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2018. Т. 24, № 2. С. 216–224.

19. Смачне пиво і нові враження пропонують у Beermaster Brewery : Журнал «Напої. Технології та Інновації». URL: <https://techdrinks.info/smachne-ryvo-i-novi-vrazhennya-proponuyut-u-beermaster-brewery/> (Дата доступу: 15.12.2024).

20. Сидоров Ю. І., Влязло Р. Й., Новіков В. П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Ч. І. Ферментація. Львів : Вид-во Львів. політехніка, 2004. 240 с.

21. Сидоров Ю. І., Влязло Р. Й., Новіков В. П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Ч. II. Обробка культуральних рідин. Львів : Вид-во Львів. політехніка, 2004. 296 с.

22. Сидоров Ю. І., Влязло Р. Й., Новіков В. П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Ч. III. Основи проектування мікробіологічних виробництв. Львів : Вид-во Львів. політехніка, 2004. 252 с.

23. Сучасні способи розведення чистої культури пивоварних дріжджів / М. В. Карпутіна та ін. *Харчова промисловість*. 2012. Вип. 13. С. 10–14.

24. Харчова біотехнологія : підручник / Т. П. Пирог та ін. Київ : Вид-во Ліра-К, 2016. 408 с.

25. A Hands-On Guide to Brewing and Analyzing Beer in the Laboratory / F. A. Thesseling et al. *Curr Protoc Microbiol*. 2019. Vol. 54(1). P. e91. DOI: 10.1002/cpmc.91

26. Angulo E. B. Sustainability in the brewing industry: Thematic Analysis of beer companies' communications on sustainable practices. Madrid, 2021. 62 p. URL: <https://surl.li/zhultj> (Date of access: 01.04.2025).

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

27. Beer production by fermentation process: a review / A. Goyal et al. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*. 2023. Vol. 13(4). P. e9532. DOI: 10.55251/jmbfs.9532.

28. Beer Review: The Drowned Lands's Scythe: Tag: Pumpkin Beer, A "Craft" Beer Blog. URL: <https://thetaptakeover.com/tag/pumpkin-beer/> (Date of access: 10.02.2024).

29. Cavalcanti M. R. F. R. de R., Martins M. de F. Sustainability in Craft Breweries: A Systematic Literature Review. *Human Journals Review Article*. 2022. Vol. 21(3). P. 27-47.

30. Craft Beer Market Size : Food Processing & Processed Food. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/craft-beer-market-100736> (Date of access: 05.01.2025).

31. Example Brewery. From small to big : Speidel. URL: <https://www.speidels-braumeister.de/en/beer-brewing/example-brewery.html> (Date of access: 07.04.2025).

32. FIRST DNIRPO BREWERY: Офіційний сайт. URL: <https://fdb.in.ua/uk/> (Дата доступу: 15.12.2024).

33. GEA DANMARK : Official site. URL: <https://www.gea.com/en/denmark/> (Date of access: 07.04.2025).

34. Global Craft Beer Market Grows Steadily at a CAGR of 9.5%: Straits research. URL: [https://straitsresearch.com/press-release/global-craft-beer-market-demand#:~:text=The%20global%20craft%20beer%20market%20size%20was%20valued%20at%20USD,period%20\(2025%2D2033](https://straitsresearch.com/press-release/global-craft-beer-market-demand#:~:text=The%20global%20craft%20beer%20market%20size%20was%20valued%20at%20USD,period%20(2025%2D2033) (Date of access: 05.01.2025).

35. How To Brew a Perfect Pumpkin Beer: The Beer Junkies. URL: <https://thebeerjunkies.com/pumpkin-beer/> (Date of access: 15.03.2025)

36. How to set up the best floor plan for a microbrewery? : Migetgroup. URL: <https://www.micetgroup.com/how-to-set-up-the-best-floor-plan-for-a-microbrewery/> (Date of access: 15.03.2025)

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

37. Pumpkin Ale: history, ingredients and style : Birra baladin. URL: <https://www.baladin.it/en/blog/pumpkin-ale-history-ingredients-and-style> (Date of access: 10.02.2025)

38. Pumpkin Ale Market Report 2025 (Global Edition). URL: https://www.cognitivemarketresearch.com/pumpkin-ale-market-report#request_sample (Date of access: 15.03.2025).

39. Pumpkin Beers Market 2025 Industry Size, Emerging Trends, Regions, Growth Insights, Opportunities, and Forecast By 2033. URL: <https://www.marketstatsville.com/pumpkin-beers-market> (Date of access: 15.03.2025).

40. Pumpkin Beer Tips & Clone Recipes: Brew. URL: <https://byo.com/article/pumpkin-beer-techniques/> (Date of access: 10.02.2025).

41. SafAle S-04, Fermentis Lesaffre for Beverages: UniTech. URL: <https://unitec.org.ua/products/brewing-yeast/safale-s-04/> (Data of acces: 07.04.2025).

42. Shopska V., Denkova-Kostova R., Kostov G. Modeling in Brewing - A Review. *Processes*. 2022. Vol. 10(2). P. 267. DOI: 10.3390/pr10020267.

43. Specialty IPA - Rye IPA (21BV), Spice, Herb, or Vegetable Beer (30A): BJCP. URL: <https://www.bjcp.ch/compare/specialty-ipa---rye-ipa-21BV--vs--spice-herb-or-vegetable-beer-30A> (Data of acces: 15.03.2025).

44. Speidel : Official site. URL: <https://www.ziemann-holvrieka.com/en/> (Data of acces: 07.04.2025).

45. Sustainable Brewing for the Craft Brewing Industry: A Precision Fermentation eBook. URL: <https://www.precisionfermentation.com/wp-content/uploads/2023/06/Sustainability-eBookpdf.pdf> (Date of access: 15.03.2025).

46. Sustainable Brewing: Transforming Breweries into Eco-Friendly Green Breweries: Migetgroup. URL: <https://surli.cc/yjgvuj/> (Date of access: 15.03.2025).

47. Sustainability: What brewers are doing. Energy and climate change. URL: <https://brewing4.eu/energy-and-climate-change/> (Data of acces: 15.03.2025).

					162.02.24.00 000 ІІЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

48. The Role of Emergent Processing Technologies in Beer Production / G. Carvalho et al. *Beverages*. 2023. Vol. 9(1). P. 7. DOI: 10.3390/beverages9010007.

49. VolynskiBrowar Craft Beer: Офіційний сайт. URL: <https://volynskibrowar.ua/> (Дата доступу: 15.12.2024).

50. Ukraine Beer Market 2025: StrategyHelix Group. URL: <https://store.strategyh.com/report/beer-market-in-ukraine/> (Data of acces: 05.01.2025).

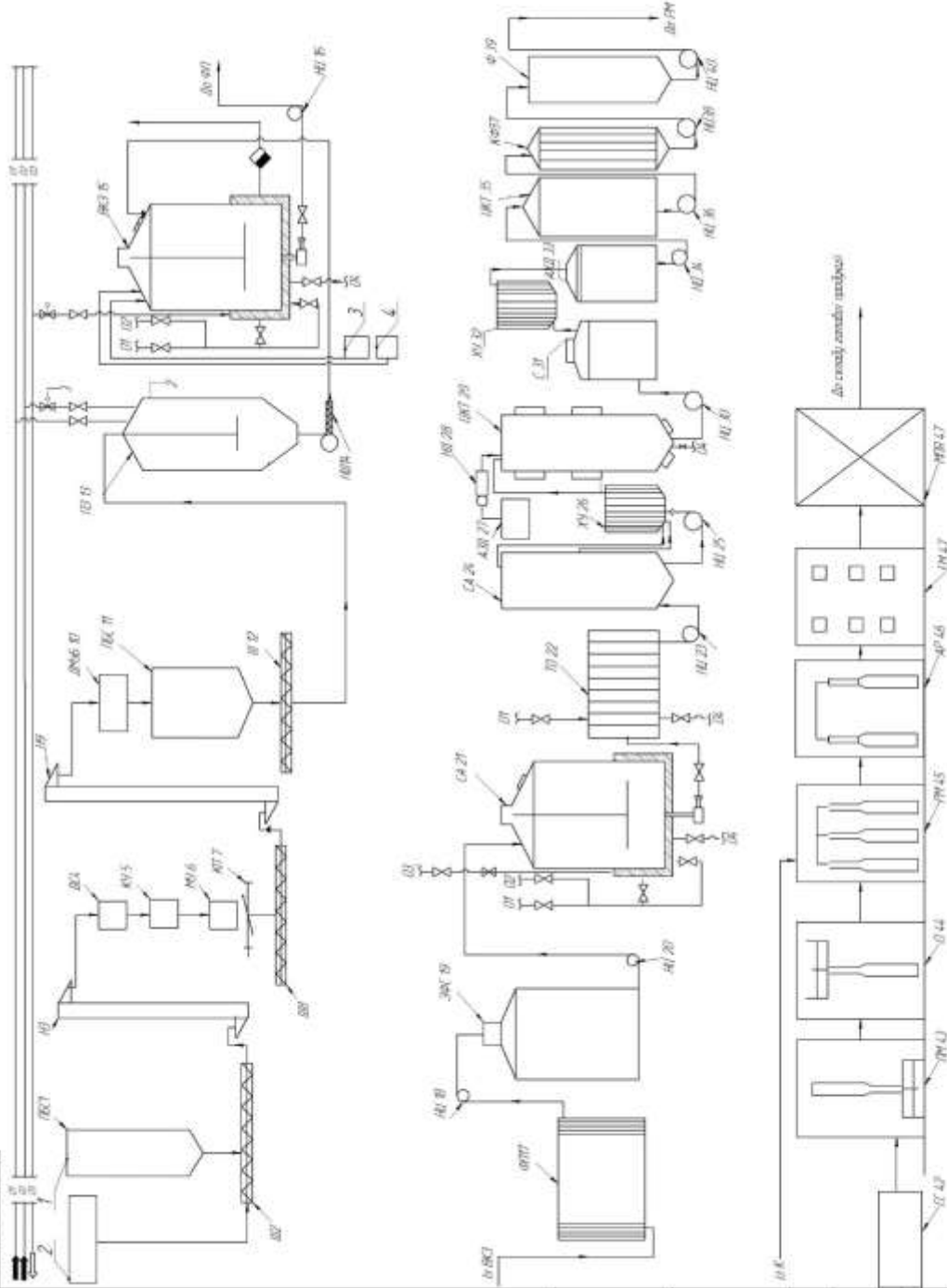
51. WLP002 English Ale Yeast: White Labs. URL: https://www.whitelabs.com/yeast-single?id=102&type=YEAST&srsltid=AfmBOooj5vV_4jxX1Rnm_beBasDgUYhbu0NbNm6Kz5NwJtKxhxqhga4B (Data of acces: 07.04.2025).

52. Ziemann Holvrieka : Official site. URL: <https://www.ziemann-holvrieka.com/en/> (Data of acces: 07.04.2025).

					162.02.24.00 000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

162.02.24.00 000 AC



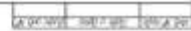
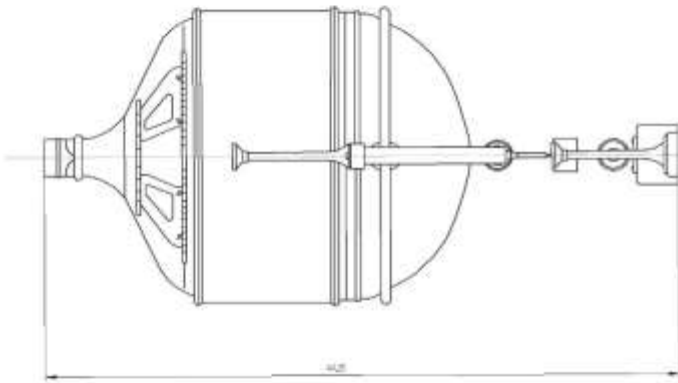
Таблице условних позначень

[illegible]

№ п/п	Имя	Полное имя	Год рождения (дата)	Место рождения (адрес)	Место рождения (адрес)	Место рождения (адрес)
1	А. А.	А. А.	1911	А. А.	А. А.	А. А.
2	Б. Б.	Б. Б.	1912	Б. Б.	Б. Б.	Б. Б.
3	В. В.	В. В.	1913	В. В.	В. В.	В. В.
4	Г. Г.	Г. Г.	1914	Г. Г.	Г. Г.	Г. Г.
5	Д. Д.	Д. Д.	1915	Д. Д.	Д. Д.	Д. Д.
6	Е. Е.	Е. Е.	1916	Е. Е.	Е. Е.	Е. Е.
7	Ж. Ж.	Ж. Ж.	1917	Ж. Ж.	Ж. Ж.	Ж. Ж.
8	З. З.	З. З.	1918	З. З.	З. З.	З. З.
9	И. И.	И. И.	1919	И. И.	И. И.	И. И.
10	К. К.	К. К.	1920	К. К.	К. К.	К. К.
11	Л. Л.	Л. Л.	1921	Л. Л.	Л. Л.	Л. Л.
12	М. М.	М. М.	1922	М. М.	М. М.	М. М.
13	Н. Н.	Н. Н.	1923	Н. Н.	Н. Н.	Н. Н.
14	О. О.	О. О.	1924	О. О.	О. О.	О. О.
15	П. П.	П. П.	1925	П. П.	П. П.	П. П.
16	Р. Р.	Р. Р.	1926	Р. Р.	Р. Р.	Р. Р.
17	С. С.	С. С.	1927	С. С.	С. С.	С. С.
18	Т. Т.	Т. Т.	1928	Т. Т.	Т. Т.	Т. Т.
19	У. У.	У. У.	1929	У. У.	У. У.	У. У.
20	Ф. Ф.	Ф. Ф.	1930	Ф. Ф.	Ф. Ф.	Ф. Ф.
21	Х. Х.	Х. Х.	1931	Х. Х.	Х. Х.	Х. Х.
22	Ц. Ц.	Ц. Ц.	1932	Ц. Ц.	Ц. Ц.	Ц. Ц.
23	Ч. Ч.	Ч. Ч.	1933	Ч. Ч.	Ч. Ч.	Ч. Ч.
24	Ш. Ш.	Ш. Ш.	1934	Ш. Ш.	Ш. Ш.	Ш. Ш.
25	Щ. Щ.	Щ. Щ.	1935	Щ. Щ.	Щ. Щ.	Щ. Щ.
26	Ъ. Ъ.	Ъ. Ъ.	1936	Ъ. Ъ.	Ъ. Ъ.	Ъ. Ъ.
27	Ы. Ы.	Ы. Ы.	1937	Ы. Ы.	Ы. Ы.	Ы. Ы.
28	Э. Э.	Э. Э.	1938	Э. Э.	Э. Э.	Э. Э.
29	Ю. Ю.	Ю. Ю.	1939	Ю. Ю.	Ю. Ю.	Ю. Ю.
30	Я. Я.	Я. Я.	1940	Я. Я.	Я. Я.	Я. Я.
31	А. А.	А. А.	1941	А. А.	А. А.	А. А.
32	Б. Б.	Б. Б.	1942	Б. Б.	Б. Б.	Б. Б.
33	В. В.	В. В.	1943	В. В.	В. В.	В. В.
34	Г. Г.	Г. Г.	1944	Г. Г.	Г. Г.	Г. Г.
35	Д. Д.	Д. Д.	1945	Д. Д.	Д. Д.	Д. Д.
36	Е. Е.	Е. Е.	1946	Е. Е.	Е. Е.	Е. Е.
37	Ж. Ж.	Ж. Ж.	1947	Ж. Ж.	Ж. Ж.	Ж. Ж.
38	З. З.	З. З.	1948	З. З.	З. З.	З. З.
39	И. И.	И. И.	1949	И. И.	И. И.	И. И.
40	К. К.	К. К.	1950	К. К.	К. К.	К. К.
41	Л. Л.	Л. Л.	1951	Л. Л.	Л. Л.	Л. Л.
42	М. М.	М. М.	1952	М. М.	М. М.	М. М.
43	Н. Н.	Н. Н.	1953	Н. Н.	Н. Н.	Н. Н.
44	О. О.	О. О.	1954	О. О.	О. О.	О. О.
45	П. П.	П. П.	1955	П. П.	П. П.	П. П.
46	Р. Р.	Р. Р.	1956	Р. Р.	Р. Р.	Р. Р.
47	С. С.	С. С.	1957	С. С.	С. С.	С. С.
48	Т. Т.	Т. Т.	1958	Т. Т.	Т. Т.	Т. Т.
49	У. У.	У. У.	1959	У. У.	У. У.	У. У.
50	Ф. Ф.	Ф. Ф.	1960	Ф. Ф.	Ф. Ф.	Ф. Ф.
51	Х. Х.	Х. Х.	1961	Х. Х.	Х. Х.	Х. Х.
52	Ц. Ц.	Ц. Ц.	1962	Ц. Ц.	Ц. Ц.	Ц. Ц.
53	Ч. Ч.	Ч. Ч.	1963	Ч. Ч.	Ч. Ч.	Ч. Ч.
54	Ш. Ш.	Ш. Ш.	1964	Ш. Ш.	Ш. Ш.	Ш. Ш.
55	Щ. Щ.	Щ. Щ.	1965	Щ. Щ.	Щ. Щ.	Щ. Щ.
56	Ъ. Ъ.	Ъ. Ъ.	1966	Ъ. Ъ.	Ъ. Ъ.	Ъ. Ъ.
57	Ы. Ы.	Ы. Ы.	1967	Ы. Ы.	Ы. Ы.	Ы. Ы.
58	Э. Э.	Э. Э.	1968	Э. Э.	Э. Э.	Э. Э.
59	Ю. Ю.	Ю. Ю.	1969	Ю. Ю.	Ю. Ю.	Ю. Ю.
60	Я. Я.	Я. Я.	1970	Я. Я.	Я. Я.	Я. Я.
61	А. А.	А. А.	1971	А. А.	А. А.	А. А.
62	Б. Б.	Б. Б.	1972	Б. Б.	Б. Б.	Б. Б.
63	В. В.	В. В.	1973	В. В.	В. В.	В. В.
64	Г. Г.	Г. Г.	1974	Г. Г.	Г. Г.	Г. Г.
65	Д. Д.	Д. Д.	1975	Д. Д.	Д. Д.	Д. Д.

162022400 000 AC

— **Am. podiat.**

[illegible][illegible]