

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **«Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 1,5 млн дал
пива на рік з інтенсифікацією процесів затирання зернопродуктів»**

Виконала: здобувачка 4 курсу, групи ТБ-4-8ск

Остапенко Яна Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник

Романова Зоряна Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент

Тетяна РОМАНОВСЬКА

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

_____ Яна ОСТАПЕНКО
(підпис)

Київ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства
Освітній ступень – «бакалавр»
Спеціальність – 181 «Харчові технології»
Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та
виноробства

_____Анатолій КУЦ

21 березня 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Остапенко Яні Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 1,5 млн дал пива на рік з інтенсифікацією процесів затирання зернопродуктів»

Керівник роботи **Романова Зоряна Миколаївна, к.т.н., доцент**

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 31 березня 2022 року № 168-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 31 травня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Асортимент пива (у % до загального випуску) «Дніпровське золотисте» 11%, «Черкаське янтарне» 12%, «Дніпровське оригінальне» 12%, «Князь» 14%.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трьома мовами). Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування та вибір способів та режимів отримання суслу. 3. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення. 7. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21 березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	11.04.22-08.05.22	викона но
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.22-14.05.22	викона но
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	1-а атестація	15.05.22	
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.22-21.05.22	викона но
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	22.05.22-24.05.22	
9.	Охорона праці	25.05.22-27.05.22	викона но
10.	Оформлення пояснювальної записки	28.05.22-30.05.22	викона но
	2-а атестація	31.05.22	
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.22-08.06.22	викона но
12.	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	09.06.22-14.06.22	викона но
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач _____

Яна ОСТАПЕНКО

Керівник роботи, доцент _____

Зоряна РОМАНОВА

АННОТАЦІЯ

У даній кваліфікаційній роботі обґрунтовано та проаналізовано сучасні способи приготування пивного сусла та передбачено вивчення та удосконалення процесів затирання зернопродуктів, а саме з використанням складної для затирання сировини: рисової січки.

Затирання зернопродуктів для підбраного асортименту буде проводитись настійним та одновідварним методом. Затирання з рисовою січкою - одним з удосконалених відварних методів [17].

Керуючись прогресивними розробками, даною кваліфікаційною роботою пропонується використання нових, більш удосконалених технологій приготування сусла з використанням прогресивного обладнання, що сприяє збільшенню продуктивності у варильному відділенні та відповідно підприємства в цілому. Запропоновані процеси затирання з використанням несолодженої сировини. Під час роботи над матеріалом було використано понад 20 джерел літератури.

В даній кваліфікаційній роботі передбачено виробництво наступних сортів пива: «Дніпровське золотисте» 11 %, «Черкаське янтарне» 12 %, «Дніпровське оригінальне» 12 %, «Князь» 14 %.

Ключові слова: пиво, солод, обладнання, затирання, показники, пивне сусло.

					АННОТАЦІЯ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRAKT

Diese Qualifizierungsarbeit begründet und analysiert moderne Verfahren zum Brauen von Würze und sieht die Untersuchung und Verbesserung der Prozesse des Maischens von Getreideprodukten vor, und zwar unter Verwendung komplexer Rohstoffe zum Maischen: Reisspreu.

Das Maischen von Getreideprodukten für das ausgewählte Sortiment wird durch Infusions- und Kochmethode durchgeführt. Das Reismaischen ist eine der fortschrittlichsten Schweißmethoden [17].

Geleitet von fortschreitenden Entwicklungen schlägt diese Qualifizierungsarbeit den Einsatz neuer, fortschrittlicherer Technologien der Würzebereitung unter Verwendung fortschrittlicherer Geräte vor, die zur Steigerung der Produktivität in der Kochabteilung und damit im gesamten Unternehmen beitragen. Maischeverfahren unter Verwendung ungesüßter Rohstoffe werden vorgeschlagen. Bei der Bearbeitung des Materials wurden mehr als 20 Literaturquellen herangezogen.

Diese Qualifizierungsarbeit sieht die Herstellung folgender Biere vor: „Dnepr Golden“ 11 %, „Cherkasy Amber“ 12 %, „Dnjepr Original“ 12 %, „Prince“ 14 %.

Schlüsselwörter: Bier, Malz, Reis, Ausrüstung, Maischen, Indikatoren, Bierwürze.

					ABSTRAKT	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

This qualification work substantiates and analyzes modern methods of brewing wort and provides for the study and improvement of the processes of mashing grain products, namely with the use of complex raw materials for mashing: rice chaff.

Mashing of grain products for the selected range will be carried out by infusion and boiling method. Rice mashing is one of the advanced welding methods [17].

Guided by progressive developments, this qualification work proposes the use of new, more advanced technologies of wort preparation with the use of advanced equipment, which helps to increase productivity in the cooking department and, accordingly, the enterprise as a whole. Mashing processes using unsweetened raw materials are proposed. More than 20 sources of literature were used during the work on the material. This course work provides for the production of the following beers: "Dnieper Golden" 11%, "Cherkasy Amber" 12%, "Dnieper Original" 12%, "Prince" 14%.

Key words: beer, malt, equipment, mashing, indicators, beer wort.

					ANOTACION	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Зміст

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	8
1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ ..	9
1.1 Структура підприємства.....	9
1.2 Режими роботи.....	9
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗАТИРАННЯ ЗЕРНОПРОДУКТІВ	10
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	10
2.2 Принципова технологічна схема.....	12
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва.....	13
2.4 Опис апаратурно - технологічної схеми.....	19
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	21
2.1 Характеристика проекрованої продукції.....	21
2.2 Характеристика сировини.....	23
2.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	28
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	29
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	29
4.2 Продуктові розрахунки.....	29
4.3 Розрахунки основних і допоміжних матеріалів.....	38
5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	40
6. ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	50
7. ОХОРОНА ПРАЦІ	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	59

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 1,5 млн дал пива на рік з інтенсифікацією процесів затирання зернопродуктів		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Остапенко Я.М.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Романова З.М.</i>			7	60	
<i>Реценз.</i>					Розрахунково – пояснювальна записка НУХТ ННІХТ, каф. БПБВ, ТБск-4-8, 2022		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Зав.каф</i>		<i>Куц А.М.</i>					

Вступ

Процеси затирання зернопродуктів та кип'ятіння сусла є одними з найважливіших процесів при виробництві пива. Під час затирання зернопродуктів у розчин переходять всі їх розчинні компоненти під дією ферментів солоду та екзогенних ферментів.

Під час кип'ятіння сусла з хмелем відбувається ароматизація хмелем та стабілізація його складу. Також, цей процес дає змогу упарювати сусло до встановленої концентрації. Відбувається екстрагування з хмелю ароматичних і гірких речовин, інактивація ферментів, коагуляція білків та стерилізація сусла. Завдяки процесу кип'ятіння відбувається повна стерилізація сусла.

У даній кваліфікаційній роботі було розглянуто інтенсифікацію процесів затирання, а саме режими затирання з використанням рису (рисової січки)[4].

У кваліфікаційній роботі пропонується обґрунтування та виробництво такого сорту пива як Дніпровське золотисте та Черкаське янтарне, Князь, що виготовляються із солоду світлого, несолодженого ячменя, карамельного солоду, цукру та Дніпровське оригінальне, з використанням рисової січки.

Подрібнення солоду буде проведено на дробарці кондиційованого подрібнення, яка дає змогу збільшити еластичність оболонок зернопродуктів, зростає вихід і кінцева ступінь зброджування, швидше досягатиметься повнота оцукрювання, незначно збільшуються витрати на обслуговування у порівнянні з використанням інших дробарок, а для подрібнення несолодженої сировини використовуватиметься валкова дробарка.

Для затирання солоду і несолодженої сировини обрано одновідварний спосіб, який має оптимальне співвідношення між якістю, тривалістю, витратою енергоресурсів у порівнянні з дво- і трьохвідварним способами.

Фільтрування заторів буде передбачено на сучасному фільтраційному апараті, бо при його використанні будуть менші витрати електроенергії, сусло буде стабільним за складом при фільтруванні на фільтраційному апараті нового типу, у якому дробина є фільтруючим матеріалом. При кип'ятінні сусла з хмелем буде використовуватися сучасний суслотоварильний апарат з внутрішнім кип'ятильником - це дасть змогу скоротити тривалість кип'ятіння.

Записка до кваліфікаційної роботи виконана на 60 ст. аркушів формату А4. Графічна частина виконана аркушах формату А3 і включає 2 позиції: 1 – апаратурно-технологічну схему; 2 – демонстраційний плакат.

При виконанні кваліфікаційної роботи використано 22 джерела літератури.

					ВСТУП	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ..

1.1 Структура підприємства

На підприємстві з виробництва пива до основних цехів і відділень належать такі:

- 1) варильне, бродильно-лагерне (чи ЦКБА) і дріжджове відділення;
- 2) солодовий цех;
- 3) цех розливу пива.

До допоміжних цехів та відділень належать:

- компресорний цех;
- котельна;
- відділ збуту продукції;
- відділ постачання;
- лабораторія;
- механічна майстерня; електрична майстерня;
- тарний відділ; транспортний відділ.

Складські приміщення: тарний склад; склад готової продукції; матеріальний склад; склад для солі; склад для хмелю [19,20].

1.2. Режими роботи виробничих цехів, відділень, ділянок

Керівна ланка підприємства працює в одну зміну по 8 годин 5 днів на тиждень.

Основне виробництво працює безперервно у дві зміни по 12 годин. Цехи розливу працюють по 8 годин у дві зміни.

Режими роботи цехів і відділень записані у вигляді таблиці 2.1

Таблиця 1.1 - Режим роботи цехів і відділень

№	Цехи та відділення	Початок зміни, год	Кінець зміни, год	Перерва, год	Тривалість зміни
1	Керівництво заводу (працюють в однозмінному режимі)	8-30	17-15	13-00 – 13-30	8-15
2	Основні цехи, що працюють у дві зміни: 1 зміна 2 зміна	8-00 20-00	20-00 8-00	13-00 – 13-30 1-00 – 1-30	12-00 12-00
3	Цехи розливу: 1 зміна 2 зміна	7-00 15-00	15-00 23-00	12-00 – 12-30 20-00 – 20-30	8-00 8-00
4	Допоміжні цехи	8-30	17-15	13-00 – 13-30	8-15

					СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗАТИРАННЯ ЗЕРНОПРОДУКТІВ

2.1 Асортимент та обсяг проектованої продукції

Виробництво пива – доволі тривалий і надзвичайно складний біотехнологічний процес. З метою отримання солоду, що збагачений активними ферментами, зерно замочують і пророщують. Надалі за допомогою дріжджів та їх ферментів отримують пивне сусло в результаті ферментативних перетворень білків та крохмалю, що утворюють пивне сусло [10].

Вода, ячмінь, хміль та ферментативні препарати є основними видами сировини для виробництва пива. Також широкого використання набули інші зернові (Рис, кукурудза, ячмінь та їх борошно) та бобові культури. Для використання ячменю також існують нормативи, а саме використання тільки спеціальних його сортів – пивоварних ячменів.

Пиво — це алкогольний пінистий напій, одержаний із пророслих і непророслих зернових культур спиртовим зброджуванням охмеленого сусла пивними дріжджами. Воно не тільки вгамовує спрагу, а й підвищує тонус організму, поліпшує обмін речовин та засвоюваність їжі. Пиво розглядається як невід’ємну харчову добавку, так як має певну харчову цінність.

Як і будь який харчовий продукт, якість пиво має задовільняти вимоги споживача. Аромат, смак, хмелева гірчинка та колір, прозорість, стійкість піни та її кількість. Гіркі речовини хмелю є найціннішими у пиві, бо вони надають йому своєрідної приємної гіркоти, сприяють піноутворенню та біологічній стійкості. Особливу роль в освітленні сусла при формуванні повноцінного неповторного смаку пива відіграють поліфеноли хмелю. Саме вони відіграють найважливішу роль на його стабільність, колір та на повну чистоту смаку пива. Ефірна олія хмелю створює приємний хмелевий аромат. Від хімічного складу та екстрактивності залежить харчова цінність напою. На це впливає кількісний відсоток таких сполук, як: сахариди, азотисті та біологічно-активні сполук [10, 19].

Разом з тим треба зазначити, що пиво позитивно впливає на добрій роботі травного каналу, та полегшують обмін речовин в організмі споживача за рахунок великої кількості цінних речовин. Діоксид вуглецю надає пиву характеру освіжаючого напою, а гіркі речовини хмелю сприяють виділенню жовчі та поліпшують процес травлення.

Пиво, що виготовляється на заводі повинно відповідати вимогам ДСТУ 3888-2015 [2] з дотриманням санітарних норм і правил.

Асортимент напоїв наведено у таблиці 2.1.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Асортимент та обсяг проективної продукції

Найменування напоїв (сорту пива)	Відсоток від загального обсягу, %	Кількість виготовленої продукції, млн дал	У скляні пляшки		У кеги	
			млн дал	%	млн дал	%
«Дніпровське золотисте» 11 %	87	1305000	9787750	65,25	326250	21,75
«Черкаське янтарне» 12 %	8	120000	120000	8	0	0
«Дніпровське оригінальне» 12 %	2	30000	3000	0,2	27000	1,84
«Князь» 14 %	3	45000	24300	1,62	20700	1,38
Всього	100	1500000				

2.2 Принципова технологічна схема приготування сусла

Принципову технологічну схему наведено на рис. 2.1.



					Обґрунтування та вибір способів і режимів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

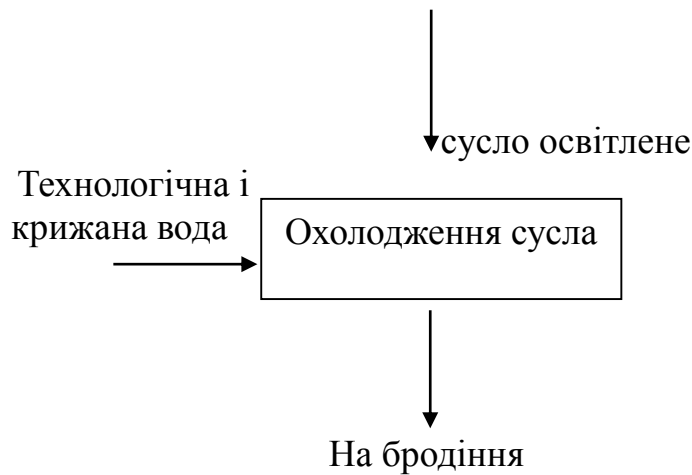


Рис.2.1 Принципова технологічна схема приготування сусла.

2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва

Приготування пивного сусла

Щоб створити пиво необхідно виготовити спочатку пивне сусло - складну полідисперсну систему, яка являє собою цукристий напівпродукт зі вмістом хмельових речовин. Основною сировиною при виготовленні пивного сусла є ячмінний солод. Він може мати різні властивості, що залежить від цілого ряду обставин. Сусло готують у варильному відділенні заводу.

При варці намагаються якомога повніше витягти цінні речовини солоду і хмелю.

Солод проходить попередню очистку на магнітовловлювачах, пневмосепараторах. Зважується на автоматичних вагах. Потім солод подають у бункер добового запасу.

Існує чотири способи подрібнення солоду:

- 1) сухе подрібнення;
- 2) замочне кондиціонування;
- 3) мокре подрібнення;
- 4) кондиційовано-сухе подрібнення [10,17].

Замочне кондиціонування: при цьому способі солод загрузається в спеціальний бункер, де зволожується водою температурою 50-70°C протягом 30-60 сек. За такий короткий проміжок часу оболонки солоду поглинають 15 л води на 100 кг. Вологість оболонок стає 18-20%, вони стають повністю еластичними. Таке короткочасне кондиціонування вимагає примусового руху солоду, тому і використовують бункер і шлюзовий затвор. Після зволоження солод подрібнюється в дробарці, в якій змішується з водою, і далі подається на затирання [10, 17].

Солод подрібнюється на молотковій дробарці. Керування роботи станції здійснюється за допомогою автоматичної системи управління.

Солод та хміль є основною сировиною для приготування сусла. Затирання проводять відварним способом. Тобто суть полягає в тому, що окремі частини затору кип'ятять, а потім змішують з основною частиною затору, підвищуючи його температуру до 75-78.

Затирання за звичай ведуть у двох заторних апаратах, один з яких

					Обґрунтування та вибір способів і режимів	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується для кип'ятіння відварки.

В заторний апарат подають подрібнений солод, воду з температурою приблизно 52°C, а також несолоджені матеріали, згідно з рецептурою для кожного сорту пива. При цій температурі в зерні розпочинається гідроліз білків. Якщо білка багато, пиво буде кислим через високий вміст амінокислот, а також буде дуже пінитися. Сусло для деяких сортів пива витримують при цій температурі певний час – білкова пауза, її тривалість залежить від рецептури.

Далі сусло підігривають до 63°C і витримують при цій температурі від 5 до 100 хвилин, залежно від сорту пива. В цей час в зерні ферменти каналізують гідроліз крохмалю до мальтози – мальтозна пауза. Далі затор підігривають до 73°C і витримують до повного оцукрення. Кінець оцукрення визначають пробою на йод. Після цього сусло підігривають до 78°C і подають до фільтраційного апарата. Солі кальцію задаються: хлорид кальцію 5 кг в заторний апарат, 10 кг в суслотоварильний апарат, сульфат кальцію 5 кг в заторний апарат. В заторний апарат солі задаються на початку затирання, в суслотоварильний апарат солі задаються на 75 хв кип'ятіння сусла.

Цілі затирання:

1. Переведення у розчин розчинних речовин сировини
2. Переведення у розчинний стан нерозчинних екстрактивних речовин під дією ферментів.
3. Найповніше розщеплення крохмалю до зброджуваних цукрів і декстринів, що не забарвлюються розчином йоду
4. Отримання максимальної кількості екстракту за мінімальний час

Зброджуваний екстракт:

- фруктоза
- глюкоза
- мальтоза
- мальтотріоза

Незброджуваний екстракт:

1. Білки
2. Декстрини
3. Гумі речовини (пентозани, β-глюкани)

Розщеплення крохмалю:

1. Клейстеризація (набухання і розрив оболонок крохмалю у теплому водному розчині).
2. Розрідження (зниження в'язкості клейстеризованого крохмалю під дією α-амілази. Довгі ланцюжки крохмалю (амілоза+амілопектин) під дією α-амілази розриваються на більш короткі, тому в'язкість затору швидко зменшується).
3. Оцукрення (повне розщеплення розрідженого крохмалю амілазами на мальтозу і декстрини. β-амілаза гідролізує α-1,4-зв'язки крохмалю і декстринів, відщеплюючи с нередукованого кінця в основному мальтозу, через різну довжину ланцюжків декстринів утворюється також глюкоза і мальтотріоза. Оптимальні умови дії β-амілази: температура 60-65 °C,

					Обґрунтування та вибір способів і режимів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

pH 5,4-5,5. (температура інактивації – 70 °C)[9,17,19].

10% крохмалю розщеплюється при солодженні, а 90% при затиранні.

Крохмаль має бути розщепленим, тому, що він не зброджується дріжджами в спирт - вони зброджують лише продукти гідролізу крохмалю (глюкоза, мальтоза, мальтотріоза), а ще тому що він викликає помутніння пива [10,17].

Таблиця 2.2 - Ферментативні реакції при затиранні [10]

Фермент	Оптимальна температура, °C	Оптимальне рН	Температура інакт., °C	Продукти
β-амілаза	60-65	5,4-5,6	68	мальтоза
α-амілаза	70-75	5,6-5,8	80	декстрини 7-12 од.
Протеїназа	50	4,6-5,0	-	пептиди
Критична декстриназа	57	5,1	65	декстрини
Ендо β-1,4 глюканаза	40-50	4,5-4,8	55	сахариди
β-глюкан-солубілаза	60-65	5,0-6,5	70	Високомолекулярний β-глюкан
Ліпоксигеназа	40	6,5	70	транс-2-ноненал

Вплив температури і часу на розщеплення крохмалю:

Довга пауза (оптимум β-амілази) – 62-64 °C , отримання пива з високим ступенем зброджування.

Коротка пауза (62-64 °C), довга пауза (72-75 °C оптимум α-амілази) – отримання пива с низьким ступенем зброджування і високим вмістом декстринів [10,17,19].

Температура перекачки затору в фільтраційний апарат 76-78 °C – так як при фільтрації проходить перехід остаточного крохмалю в сусло, необхідно мати можливість «дооцукрити» крохмаль за допомогою α-амілази.

Можлива фільтрація сусла за температур до 90 °C – при умови використання концентрованої ФП α-амілази.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Для збільшення ефективності використання обладнання допускається використання ферментних препаратів фірми Новозаймс: Ultraflo, Filtrase чи інших за дозволом Міністерства охорони здоров'я. Ці ферментні препарати задають в заторний апарат на початку процесу затирання.

З початку затирання контролюється значення рН затору, яке має бути в межах 5,22-5,33. якщо склад води і солоду не забезпечують вказане значення рН, то проводять його коректування додаванням підкислюючих речовин (молочна, лимонна кислота).

Затирання солоду з рисом [17].

Із несолодженої зернової сировини найбільш складним для переробки є рис. Зерна рисового крохмалю дуже великі і тверді. В теплій воді зерна набухають дуже повільно. Для їх клейстеризація потрібно піднімати температуру до 75-80 °С і вище. Крім того, рисовий крохмаль дуже сильно набухає при клейстеризації — значно більше, ніж і інших зерно продуктів і тому клейстер легко може пригоріти. Надто густий затор може вивести з ладу мішалку. Тому при використанні рису як несолодженої сировини для приготування затору, доцільно використовувати термостійкі ферментні препарати, та затирати за спеціальною схемою, адаптованою саме для використання рису.

Існують сорти рису, які клейстеризуються при температурі вище 80 °С. Тому потрібно нагрівати рисовий затор до 85-90 °С, клейстеризувати його і потім знову охолодити до 70-75 °С, щоб протягом короткого проміжку часу провести оцукрювання при додаванні солодового затору. Проте в цей спосіб має недоліки: дуже важко змішати солодовий затор з густим рисовим. Завжди краще, якщо є можливість змішати рисовий затор перед його клейстеризацією з частиною солодового затору.

Ще одна можливість полягає в тому, щоб рисовий затор з 10-20 % солодового затору повільно нагрівають до температури вище 80 °С, щоб клейстеризуючий крохмаль розріджувався активною α -амілазою солоду. Надійним методом є додавання термостабільної α -амілази бактеріального походження, яка зберігає свою активність при температурі вище 80 °С.

Вихідний продукт — дрібна рисова січка; вона повинна затиратися при гідромодулі не менше ніж 5 гл води на 100 кг рисової січки. У рису вихід екстракту приблизно на 2 % вище ніж у солоду, що повинно враховуватися при розрахунку маси засипу.

Затирання з рисом — варіант 1.

Рис затирають з 10-20 % солодової частини засипу при температурі 50 °С і витримують 10-15 хв. Щоб затор не був надто густим гідромодуль складають приблизно 1:4. Температуру повільно піднімають до 72-75 °С і витримують 10 хв. Далі температуру протягом 15-20 хв підвищують до 85 °С, рисовий крохмаль при цьому клейстеризується і розріджується. Затор із несолодженої сировини доводять до кипіння і кип'ятять протягом 30-40 хв.

В момент початку кип'ятіння затору із несолодженої сировини, починають окремо затирати солод при температурі 50 °С (білкова пауза).

					Обґрунтування та вибір способів і режимів	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Затір із несолодженої сировини повільно при постійному перемішуванні перекачують і об'єднують з солодовим затором. Температура об'єданого затору становить 63 °С .

В момент початку кип'ятіння затору із несолодженої сировини, починають окремо затирати солод при температурі 50 °С(білкова пауза). Затор із несолодженої сировини при постійному перемішуванні повільно перекачують у солодовий затор. Температура об'єданого затору становить 73-75°С. Після оцукрювання загальний затор нагрівають до 78 °С і перекачують на фільтр-апарат.

Затирання з рисом — варіант 2

Рис затирають і клейстеризують при 85-90 °С. В'язкість затору після клейстеризації не повинна бути надто високою, так як затор буде густим, внаслідок чого будуть утворюватись комки і пригорання, внаслідок чого можуть виникнути труднощі при оцукрюванні. Тому рис необхідно затирати з гідромодулем як мінімум 1:5 [17].

Гарячий рисовий затір змішують з більш холодним солодовим затором (20 % від маси солоду), початок затирання якого проходить при 30-50 °С, при цьому отримують температуру суміші 72-75 °С. При 72-75 °С витримують паузу 20-30 хв; клейстеризований рисовий крохмаль розріджується активними ферментами солоду.

Розріджений рисовий затір нагрівають до кипіння і кип'ятять 30-40 хв [17]. На початку кип'ятіння рисового затору решту солоду затирають при 50 °С. Рисовий затор при постійному перемішуванні перекачують у солодовий затор, температура становить 63 °С. Після 15 хвилинної паузи відбирають густий затор і кип'ятять 15 хв. Шляхом повернення цього затору температура загального затору підвищується до 74°С. Після оцукрювання загальний затор нагрівають до 78 °С і перекачують на фільтр-прес.

Кваліфікаційною роботою передбачено застосування настійного способу приготування затору з використанням солоду дуже високої якості для напівтемного сорту пива «Князь». Переваги цього а способу: значне зменшення енерговитрат порівняно із відварковими способами та легкий контроль процесу. Сусло, що отримано настійним способом містить мало декстринів тому воно і збріджується глибше.

Для світлого пива «Дніпровське оригінальне» слід використовувати перший варіант затирання з рисом. Адже коли використовують настійний або відварних способи, можуть виникнути труднощі при затиранні, оскільки ці методи не адаптовані до особливостей розварювання рисової січки.

Після повного оцукрювання крохмалю, затір фільтрують, відокремлюючи від сусла частину зерна, що не розчинилося, (шротину). Сусло кип'ятять з хмелем, потім виварений хміль (хмелеву шротину) відокремлюють і гаряче охмелене сусло освітлюють, охолоджують і передають на бродіння

Процес фільтрації триває 40 хв . Фільтрування затору проходить в дві окремі фази:

- збір первинного сусла;
- промивання дробини шляхом вимивання затриманих в ній екстрактив-

					Обґрунтування та вибір способів і режимів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

них речовин (промивні води). Сусло фільтрують через фільтрувальну тканину, а також через шар оболонок зерна. Мутне сусло повертається на повторне фільтрування.

Дробину промивають водою в три прийоми, яка має температуру 78°C.

Після якого відфільтроване сусло подають у сусловарильний котел для кип'ятіння з хмелем.

Хміль задають у вигляді гранул. Хмелевий екстракт задається в котел перед початком кип'ятіння, а гранульований відразу після початку кипіння. Хміль задають у два прийоми наступним чином: через 10-15 хвилин від початку за 10-30 хвилин до кінця кип'ятіння. Весь процес кип'ятіння триває 30 хвилин.

Ціль кип'ятіння:

- 1)стерилізація сусла
- 2)стабілізація
- 3)ароматизація його складу гіркими речовинами хмелю.

Одновідварні способи [10,17].

Одновідварні способи – це в принципі ті ж настійні способи, в яких підвищення температури – частіше всього до 65 і 75 ° С – досягають шляхом відбору, кип'ятіння і зворотної перекачки відварки. Схема такого одновідварного способу може бути наступною: початок затирання при 35 ° С і повільне нагрівання до 50 ° С (або початок затирання відразу при цій температурі); пауза при 50 ° С і нагрівання всього затору до 63 ° С, подальша більш довга пауза (мальтозоутворення). Відділення і кип'ятіння відварки 15-30 хв. Потім слідує етап об'єднання відварки із залишком затору з подальшим підвищенням температури до 75 ° С і оцукрювання.

Відварки можна також робити між паузами від 35 до 50 ° С або між 50 і 63 ° С, але слід враховувати, що в цих випадках нерозчинні частини відварки менше осідають і тим самим досягається менший ефект. Особливим варіантом одновідварних способів є затирання з кип'ятінням всій густий частини затори: в цьому випадку затирають при 35 ° С і відбирають відстояну рідку частину затору, близько 20%.

Всю решту густу частину затору нагрівають до кипіння при дотриманні необхідних температурних пауз і кип'ятять 30-40 хв. Потім частину, що залишилася затору розхолоджують до 63 ° С, при цьому за рахунок додавання рідкої частини затору утворюється мальтоза, потім затор нагрівають до температури оцукрювання і після оцукрювання затор перекачують у фільтраційний апарат.

Двохвідварні способи [10,17]

Класичний двохвідварний спосіб починається з затирання при 50 ° С. Після спільної для всього затору короткої температурної паузи відбирається густий затор і після послідовного витримування необхідних коротких температурних пауз він нагрівається до кипіння, 15-20 хв кип'ятиться, і шляхом його примішування температура всього затору підвищується до 63 ° С і витримується

					Обґрунтування та вибір способів і режимів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

пауза. Через короткий час відбирається вдруге густий затор і нагрівається до кипіння. Друга відварка кип'ятиться дещо менше, ніж перша, і з її допомогою загальний затор нагрівається приблизно до 75 ° С і перекачується в фільтраційний апарат. Двохвідварний спосіб займає близько 3-3,5 годин.

Трьохвідварний спосіб

При трьохвідварному способі підвищення температури відбувається між основними температурами затирання завдяки відбору відварок, їх кип'ятіння і з'єднанню відварки з рідкою частиною затору.

До цих основних температур відносяться:

35 ° С – температура початку затирання;

50 ° С – білкова пауза / розщеплення гуммі-речовин;

64 ° С – мальтозна пауза;

75 ° С – пауза оцукрювання.

Так як основна частина затору при цьому способі дуже довго перебуває при основних температурах затирання, а густий затор дуже інтенсивно обробляється, трьохвідварний спосіб дає пиво з дуже сильно вираженим солодовим ароматом. Оскільки процес триває 5-6 год і при цьому споживається дуже багато енергії, то застосовують його дуже рідко і тільки для виготовлення спеціальних сортів темного пива.

Висновки: кваліфікаційною роботою передбачено приготування затору для більшості асортименту одновідварним способом, оскільки його застосовують при переробці добре розчиненого солоду з високою оцукрюючою здатністю. При застосуванні цього способу зберігається активність ферментів і одержуємо сусло високої якості. Для напівтемного пива Князь передбачено використання настійного способу, так як на затирання надходить 75 % солоджених матеріалів (солод світлий високої активності), що дає на виході високоекстрактивне сусло. Для переведення максимальної кількості екстрактивних речовин у сусло рекомендується використання екзогенних ферментних препаратів БРЮФЛОУ / BREWFLOWORBA Biokimya San. ve Tic. A.S. [23].

2.4 Опис апаратурно-техноогічної схеми

Відповідно до апаратурно-технологічної схеми (креслення 1) солод і несолоджені матеріали подаються норією 1 на шнековий транспортер 2, а потім в бункери добового запасу 3, 4, 5. Для очищення зернопродуктів від сторонніх домішок встановлюємо повітряно-ситовий сепаратор 7. Він забезпечує дещо менші втрати екстрактивних речовин, ніж полірувальні машини, які ще до недавнього часу використовувались у пивоварінні, крім того полірувальні машини дуже енергоємкі. Після повітряно-ситовий сепаратора зернопродукти потрапляють до магнітного сепаратора 8. Солод після очищення зважується і надходить в дробарку кондиційованого подрібнення 11, а несолоджена сировина подрібнюється на вальцевому станку 12. Подрібнені несолоджені зернопродукти надходять до бункеру 13,

У дробарок мокрою помелу час подрібнення є одночасно часом стадії початку затирання, бо у них немає проміжного бункера для помелу. Тому

					Опис апаратурно-технологічної схеми	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

вони розраховані на значно більшу продуктивність.

Приготування затору з використанням меленої рисової січки здійснюють у заторно-відварному апараті 17, де проходить попередня клейстеризація крохмальних зерен рису, та відварювання рисового затору з частиною солодового затору. Витримування всіх пауз для проходження процесу ферментації здійснюють у заторному апараті 16.

Перекачування рідкої й густої частини затору здійснюється з одного заторного апарата в інший відцентровим насосом 18. Приготовлена заторна маса насосом 15 із заторного апарата подається у фільтраційний апарат 18. Отримана в результаті фільтрування дробина розвантажується у бункер для дробини 21 звідки поступає на реалізацію. Мутне сусло, одержане на початку фільтрування, насосом 15 повертають у фільтраційний апарат. Отримане сусло перекачується у збірник сусла 19. Із збірника сусло попередньо підігріте у пластинчастому теплообміннику 23 перекачується у сусловарильний апарат 23 куди із дозаторів гранульованого хмелю 24 задається хміль. Вторинна пара, отримана в результаті кип'ятіння сусла поступає в енергозберігаючу колону 26. Нагріта у колоні вода подається відцентровим насосом у теплообмінник 22, де підігріває сусло. Після сусловарильного апарату сусло насосом подається у гідроциклонний апарат 27. Білковий осад з гідроциклонного апарата потрапляє на утилізацію. Освітлене сусло подається насосом у пластинчастий теплообмінник 28 для охолодження. Охолоджене сусло відцентровим насосом подається на бродіння.

					Опис апаратурно-технологічної схеми	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

Пиво, що виготовляється на заводі повинно відповідати вимогам ДСТУ 3888-2015 з дотриманням санітарних норм і правил [2].

Таблиця 3.1 – Асортимент готової продукції

Найменування напоїв (сортів пива)	Відсоток від загального обсягу, %	Кількість виготовленої продукції, млн дал	У скляні пляшки		У кеги	
			млн дал	%	млн дал	%
			«Дніпровське золотисте» 11 %	87	1305000	9787750
«Черкаське янтарне» 12 %	8	120000	120000	8	0	0
«Дніпровське оригінальне» 12 %	2	30000	3000	0,2	27000	1,84
«Князь» 14 %	3	45000	24300	1,62	20700	1,38
Всього	100	1500000				

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники пива[2]

Сорт пива	Масова частка СР у початковому суслі, % мас.	Масова частка спирту не менше, % об.	Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ р-ну NaOH на 100 см ³ пива	Колір см ³ 0,1 моль/дм ³ р-ну I ₂ на 100 см ³ води	Масова частка CO ₂ не менше, %	Стійкість пастеризова -ного пива, не менше, діб
«Дніпровське золотисте» 11 %	11,0	2,8	1,3-2,8	0,4-1,8	0,30	30
«Черкаське янтарне» 12 %	12,0	3,4	1,7-3,2	0,4-1,8	0,33	30
«Дніпровське оригінальне» 12 %	12,0	3,4	1,7-3,2	0,4-1,8	0,33	30
«Князь» 14 %	14,0	3,7	2,0-3,5	1,9-3,9	0,35	30

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Органолептичні показники якості пива [2]

Назва показника	Характеристика показника					
	фільтроване пиво			нефільтроване пиво: освітлене, неосвітлене		
	світле	напівтемне	темне	світле	напів-темне	темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень			Прозора піниста рідина, без сторонніх включень, не властивих продукту (допускається наявність дріжджового осаду та слабка опалесценція)		
Смак	Солодовий та хмелевий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива	Солодовий смак із присмаком кара-мельного солоду, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Чистий смак зброженого солодового напою з хмелевою гіркотою та з присмаком дріжджів. Сторонній присмак не допускається		
Аромат	Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів та присмаку			Аромат зброженого солодового напою. Допускається слабкий дріжджовий аромат. Сторонні запахи не допускаються		
Піноутворення	Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 8% до 11,5% : висота піни, не менше, мм – 20,0; піностійкість, не менше, хв – 2,0 Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 12% до 20,0% : висота піни, не менше, мм – 30,0; піностійкість, не менше, хв – 2,0					
Примітка. Додаткові вимоги до смаку й аромату пива встановлюються виробником у рецептурі на кожен назву						

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Характеристика проекрованої продукції

Арк.

22

Таблиця 3.4 – Рецептури сортів пива

Сировина, %	Сорт пива			
	«Дніпровське золотисте» 11 %	«Черкаське янтарне» 12 %	«Дніпровське оригінальне» 12 %	«Князь» 14 %
Солод світлий	70	65	65	65
Солод карамельний	-	-	-	7
Рисова січка	-	-	10	-
Ячмінь пивоварний	25	30	20	23
Цукор	5	5	5	5

3.2 Характеристика сировини

До основної сировини, що використовується при виробництві пива відносяться солод, ячмінь, рисова крупа, гранульований хміль, вода питна.

Солод повинен відповідати вимогам ДСТУ 4282:2004 [5].

Таблиця 3.5 – Основні фізико-хімічні показники якості сухого пивоварного солоду

Показник	Норми для солоду			
	Світлого			Темного
	Високої якості і	1 класу	2 класу	
1	2	3	4	5
Просів крізь сито з розмірами отворів 2,2x20 мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка сміттєвих домішок, %, не більше	не дозволено	0,3	0,5	0,3
Кількість зерен, %:				
борошнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
темних, не більше	не дозволено		4,0	10,0
масова частка вологи, %, не менше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Тривалість оцукрювання, хв., не більше	10	15	25	-
Масова частка білкових речовин в сухій речовині солоду, % не більше	10,5	11,0	11,5	-
Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду (число Кольбаха), %	39—41	37-41	-	-

					Характеристика сировини	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.5

Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75-0,70	0,69-0,65	0,64-0,55	-
Лабораторне сусло:				
Колір, см ³ розчину йоду, концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води, не більше	0,18	0,23	0,40	0,41-1
або в одиницях ЕВС, не більше	3,2	4,0	6,6	8-20
Кислотність см ³ р-ну NaOH концентрацією 1,0 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3	-
Прозорість (візуальна)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесценція	-
Кінцева ступінь зброджування, %	79-81	75-78	74-70	-
В'язкість, МПа/с при 20 °С	1,45-1,54	1,55-1,60	1,61-1,78	-

Ячмінь для пивоваріння повинен відповідати вимогам ДСТУ 3769-98

[1].

Таблиця 3.6 – Вимоги до зерна ячменю

Показники	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують в пивоварінні	
	1 класу	2 класу
Колір	Світло-жовтий або жовтий	Світло-жовтий, жовтий або сірувато-жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше	Не регламентується	
Маса 1000 зерен, г, не менше	40,0	38,0
Масова частка білка, %, не більше	11,0	11,5
Смітна домішка, %, не більше	1,0	2,0
Мінеральна домішка	0,5	0,5
Вівсюг	Те саме	
Кукіль	0,3	0,3
Ріжки і сажка	0,1	0,1
Зернова домішка, %, не більше	2,0	5,0
Дрібні зерна, %, не більше	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	85,0	70,0
Здатність до проростання, %, не менше	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем I ступеня	

Рисова січка повинна відповідати вимогам 4965:2008 Рис. Технічні умови [4].

Таблиця 3.7– Вимоги до рисової січки [4,21]

Найменування показника	Характеристика і норми для рисової крупи					
	Сорт Екстра	Вищий сорт	Перший сорт	Другий сорт	Третій сорт	Подрібнена
Колір	Білий	Білий з різними відтінками				
Запах	Характерний для рисової крупи, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий					
Смак	Характерний для рисової крупи, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий					
Вологість, %, не більше	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Вміст смітцевої домішки, %, не більше	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,8

Набрали чинності Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10)[8].

Таблиця 3.8 – Санітарно-хімічні показники безпеки та якості питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води			Методики визначення згідно з додатком 5
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів	
1	2	3	4	5	6	7
1. Органолептичні показники						
1	Запах: при t 20 °C при t 60 °C	бали	≤ 2 ≤ 2	≤ 3 ≤ 3	≤ 0 (2) ⁴ ≤ 1 (2) ⁴	пп. 2,31
2	Забарвленість	градуси	≤ 20 (35) ¹	≤ 35	≤ 10 (20) ⁴	пп. 2,39
3	Каламутність	Нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК = 0,58 мг/дм ³)	≤ 1,0 (3,5) ¹ ≤ 2,6 (3,5) ¹ – для підземного вододжерела	≤ 3,5	≤ 0,5 (1,0) ⁴	пп. 2,38
4	Смак та присмак	бали	≤ 2	≤ 3	≤ 0 (2) ⁴	п. 2
2. Фізико-хімічні показники						
а) неорганічні компоненти						
5	Водневий показник	одиниці рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5 (≥ 4,5) ⁴	п. 28

					Характеристика сировини	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.8

6	Діоксид вуглецю	%	не визначається	не визначається	0,2-0,3 – для слабогазованої 0,31-0,4 – для середньогазованої 0,41-0,6 – для сильно газованої	п. 23
7	Залізо загальне	мг/дм ³	≤ 0,2 (1,0) ¹	≤ 1,0	≤ 0,2	пп. 3, 33, 64
8	Загальна жорсткість	мг-екв/ дм ³	≤ 7,0 (10,0) ¹	≤ 10,0	≤ 7,0	п. 4
9	Загальна лужність	мг-екв/ дм ³	не визначається	не визначається	≤ 6,5	п. 41
10	Йод	мкг/ дм ³	не визначається	не визначається	≤ 50	п. 43
11	Кальцій	мг/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 130	п. 45
12	Магній	мг/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 80	п. 45
13	Марганець	мг/дм ³	≤€ 0,05 (0,5) ¹	≤€ 0,5	≤€ 0,05	пп. 11,64
14	Мідь	мг/дм ³	≤ 1,0	не визначається	≤ 1,0	пп. 9,64
15	Поліфосфати (за PO ₄ ³⁻)	мг/дм ³	≤ 3,5	не визначається	≤ 0,6 (3,5) ⁴	п. 19
16	Сульфати	мг/дм ³	≤ 250 (500) ¹	≤ 500	≤ 250	п. 10
17	Сухий залишок	мг/дм ³	≤ 1000 (1500) ¹	≤ 1500	≤ 1000	п. 12
18	Хлор залишковий вільний	мг/дм ³	≤ 0,5	≤ 0,5	< 0,05	п. 14
19	Хлориди	мг/дм ³	≤ 250 (350) ¹	≤ 350	≤ 250	пп. 7,44
20	Цинк	мг/дм ³	≤ 1,0	не визначається	≤ 1,0	пп. 15,64
б) органічні компоненти						
21	Хлор залишковий зв'язаний	мг/дм ³	≤ 1,2	≤ 1,2	< 0,05	п. 14

Хміль ароматичний повинен відповідати вимогам ДСТУ 4098.1—2002.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники хмелю ароматичного спресованого

Показники	Характеристика і норми
Базисні норми	
Колір	від світло-жовто-зеленого до золотисто-зеленого, зелений
Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка α-кислоти), % у СР	3,5
Вологість, %, не більше	12,0

					Характеристика сировини	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
						26

Продовження таблиці 3.12

сахарози для шампанського	0,1	0,1	-	-
цукрової пудри	0,2	0,2	0,2	-
Масова частка золи (в перерахунку на суху речовину), не більше ніж: %	0,027	0,04	0,04	0,05
балів	15,0	-	-	-
Кольоровість в розчині, не більше ніж: одиниць ICUMSA	45,0	60,0	104,0	195,0
балів	6	8	-	-
умовних одиниць	-	-	0,8	1,5
Масова частка феродомішок, %, не більше ніж	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Величина окремих часток феродомішок, в найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше ніж	0,5	0,5	0,5	0,5
Примітка. Кристалічний цукор для вироблення молочних консервантів, продуктів дитячого харчування і біофармацевтичної промисловості за показниками якості повинен відповідати нормам не нижче, ніж для цукру другої чи третьої категорій.				

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Миючі засоби (лізоформ на лінію розливу, азотна кислота, каустик та інші) закупають у «Екохімі». Ферменти використовують переважно германського виробництва.

Кожен товар повинен мати сертифікат якості. При виборі постачальників їх оцінюють за складною системою, яка включає в себе ціновий фактор, якість продукції, її стабільність, надійність виробника, тобто виконання умов контракту. Така оцінка складається на основі річної співпраці і впливає на вибір постачальника при подальшому укладанні угод.

ДСТУ допоміжних матеріалів:

4965:2008 Рис. Технічні умови.

ГОСТ 6292-93 вимоги до рисової січки.

ДСТУ 3888-99 Органолептичні показники.

ДСТУ 4282:2004. Основні фізико-хімічні показники якості сухого пивоварного солоду.

ДСТУ 3769-98 Вимоги до зерна ячменю.

ГОСТ 2874-82 Вода питна.

ГОСТ 2874-82 Хміль ароматичний.

ДСТУ 4623–2006 вимоги до білого цукру.

ТУ 10-04-06-06-86 Екстракт хмелю.

ТУ У 18.295 – 95 Етикетки і кольєретка з харчовими речовинами для пляшок. Технічні умови.

ТУ У 18.351 – 96 Пляшки полімерні марки ПЕТФ для безалкогольних напоїв, пива, мінеральних вод, сиропів і слабоалкогольних напоїв.

					Характеристика основних і допоміжних матеріалів	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ [19,21]

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Пиво, що виготовляється на заводі повинно відповідати вимогам ДСТУ 3888-2015 [2] з дотриманням санітарних норм і правил.

Таблиця 4.1 – Асортимент готової продукції

Найменування напоїв (сортів пива)	Відсоток від загального обсягу, %	Кількість виготовленої продукції, тис. дал	У скляні пляшки		У кеги	
			млн дал	%	млн дал	%
			«Дніпровське золотисте» 11 %	87	1305000	9787750
«Черкаське янтарне» 12 %	8	120000	120000	8	0	0
«Дніпровське оригінальне» 12 %	2	30000	3000	0,2	27000	1,84
«Князь» 14 %	3	45000	24300	1,62	20700	1,38
Всього	100	1500000				

Таблиця 4.2 – Рецептури сортів пива

Сировина, %	Сорт пива			
	«Дніпровське золотисте» 11 %	«Черкаське янтарне» 12 %	«Дніпровське оригінальне» 12 %	«Князь» 14 %
Солод світлий	70	65	65	65
Солод карамельний	-	-	-	7
Рисова січка	-	-	10	-
Ячмінь пивоварний	25	30	20	23
Цукор	5	5	5	5

4.2 Продуктові розрахунки[19,21]

Таблиця 4.3 – Втрати на стадіях виробництва пива

Втрати	Пиво з масовою часткою початкового сусла, %			
	«Дніпровське золотисте» 11 %	«Черкаське янтарне» 12 %	«Дніпровське оригінальне» 12 %	«Князь» 14 %
Екстракту з пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	1,7	2,2	2,2	2,2
Екстракту з хмелювою дробиною, шламом під час сепарування, стискування під час охолодження, на замочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,8	6,3	6,3	5,8
У цеху бродіння, % від об'єму бродіння сусла	2,5	2,2	2,2	2,3
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива	2,3	2,4	2,4	2,6
В тому числі під час фільтрування	1,1	1,1	1,1	1,1
Під час розливу, % від об'єму фільтрованого пива				
У пляшки (з вирахуванням поверненого пива)	2,5	2,5	2,5	2,5
Розлив у бочки, кеги (так само як у пляшки)	0,5	-	0,5	0,5
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до товарного пива)	12,0	12,8	12,8	12,8
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у варильному цеху, приведеного до 20°C)	8,3	9,2	9,2	9,2
Під час пастеризації пива в пляшках, % від об'єму пастеризованого пива	2,2	2,2	2,2	2,2

Розрахунок продуктів для виробництва пива складається з визначення витрат сировини, об'єму напівпродуктів і відходів виробництва на одиницю готової продукції.

Дані для розрахунку – екстрактивність сировини, втрати екстракту у варильному цеху та втрати з рідкою фазою – беремо з урахуванням сучасної

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

технології, чинних нормативів і досягнень підприємств галузі.

Витрати зернопродуктів у виробничих умовах враховують на автоматичних вагах за фактичною вологістю. Тому нормативну екстрактивність, подану у відсотках на суху речовину, слід перерахувати на повітряно-суху речовину.

Проектна потужність пивзаводу 1,5 млн. дал пива на рік, з яких:

- 87 % Дніпровське золотисте, з концентрацією СР у початковому суслі 11 %;
- 8 % Черкаське янтарне, з концентрацією СР у початковому 12 %;
- 3 % Князь, з концентрацією СР у початковому 14 %;
- 2 % Дніпровське оригінальне, з концентрацією СР у початковому 12 %;

У розрахунках виходу сусла у варильному цеху враховуємо, що об'єм сусла у процесі охолодження зменшується на 4%.

Вихід товарного пива визначають за формулою:

$$V_T = (V_B * V_{\text{Б}} * V_{\text{Д}} * V_{\text{Р}} / 100 * 100 * 100 * 100) * 100,$$

де V_B , $V_{\text{Б}}$, $V_{\text{Д}}$, $V_{\text{Р}}$ — вихід напівпродуктів з рідкою фазою в цехах відповідно у варильному, бродіння, доброджування і розливу

Таблиця 4.4 – Обсяги виробництва пива у пляшки та кеги

Сорт пива	Обсяг виробництва пива, %*	
	У пляшки	У кеги
«Дніпровське золотисте» 11 %	75	25
«Черкаське янтарне» 12 %	100	0
«Дніпровське оригінальне» 12 %	10	90
«Князь» 14 %	54	46

* – від обсягу виробництва відповідного сорту.

Втрати при розливі у кеги та пляшки:

«Дніпровське золотисте» 1% $2,5 * 0,75 + 0,5 * 0,25 = 2,0\%$

«Черкаське янтарне» 12% $2,5 * 1 + 0,5 * 0 = 2,5\%$

Дніпровське оригінальне 12% $2,5 * 0,10 + 0,5 * 0,90 = 0,7\%$

«Князь» 14% $2,5 * 0,54 + 0,5 * 0,46 = 1,58\%$

Вихід по сортах за умови, що значення втрат прийняті для орієнтовного розрахунку, становитиме для пива

Концентрація (масова частка СР) початкового сусла Дніпровського золотистого 11%-го:

$$V_B = 100 - 4 - 1,7 = 94,3\%;$$

$$V_{\text{Б}} = 100 - 2,5 = 97,5\%;$$

$$V_{\text{Д}} = 100 - 2,3 = 97,7\%;$$

$$V_{\text{Р}} = 100 - 2,0 = 98,0\%.$$

$$V_{T\ 11\%} = (94,25 * 97,5 * 97,7 * 98,0 / 100 * 100 * 100 * 100) * 100 = 87,98\ %;$$

Концентрація початкового сусла Черкаського янтарного 12 %-го:

					Технологічні розрахунки	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_B = 100 - 4 - 2,2 = 93,8\%$$

$$V_G = 100 - 2,2 = 97,8\%;$$

$$V_D = 100 - 2,4 = 97,6\%;$$

$$V_P = 100 - 2,5 = 97,5\%.$$

$$V_{T 12\%} = (93,8 * 97,8 * 97,6 * 97,5 / 100 * 100 * 100 * 100) * 100 = 87,29\%;$$

Концентрація (мас. частка СР) початкового суслу Дніпровського оригінального 12 %-го:

$$V_B = 100 - 4 - 2,2 = 93,8\%;$$

$$V_G = 100 - 2,2 = 97,8\%;$$

$$V_D = 100 - 2,4 = 97,6\%;$$

$$V_P = 100 - 0,7 = 99,3\%.$$

$$V_{T 12\%} = (93,8 * 97,8 * 97,6 * 99,3 / 100 * 100 * 100 * 100) * 100 = 88,91\%;$$

Концентрація початкового суслу Князь 14 %-го:

$$V_B = 100 - 4 - 2,2 = 93,8\%;$$

$$V_G = 100 - 2,2 = 97,8\%;$$

$$V_D = 100 - 2,6 = 97,4\%;$$

$$V_P = 100 - 1,58 = 98,42\%.$$

$$V_{T 14\%} = (93,8 * 97,8 * 97,4 * 98,42 / 100 * 100 * 100 * 100) * 100 = 87,93\%;$$

Загальні втрати з рідкою фазою становитимуть для пива:

Дніпровське золотисте 11%	$100 - 87,98 = 12,02\%;$
---------------------------	--------------------------

Черкаське янтарне 12%	$100 - 87,29 = 12,71\%;$
-----------------------	--------------------------

Дніпровське оригінальне 12%	$100 - 88,91 = 11,09\%$
-----------------------------	-------------------------

Князь 14%	$100 - 87,93 = 12,07$
-----------	-----------------------

Об'єм напівпродуктів у різних цехах виробництва визначаємо також з урахуванням втрат.

Для одержання 1 дал Дніпровського золотистого товарного пива потрібно:

пива-фільтрованого	$(1 / (100 - 2,0)) * 100 = 1,020$ дал;
молодого	$(1,020 / (100 - 2,3)) * 100 = 1,044$ дал ;
сусла-холодного	$(1,044 / (100 - 2,2)) * 100 = 1,0675$ дал ;
гарячого	$(1,0675 / (100 - 5,8)) * 100 = 1,1332$ дал .

Для отримання 1 дал Черкаського янтарного пива потрібно:

пива-фільтрованого	$(1 / (100 - 2,5)) * 100 = 1,0256$ дал;
сусла-холодного	$(1,0508 / (100 - 2,2)) * 100 = 1,0744$ дал ;
гарячого	$(1,0744 / (100 - 6,3)) * 100 = 1,1466$ дал .

Для отримання 1 дал Дніпровського оригінального пива потрібно:

пива-фільтрованого	$(1 / (100 - 0,7)) * 100 = 1,007$ дал;
молодого	$(1,007 / (100 - 2,4)) * 100 = 1,0317$ дал ;
сусла-холодного	$(1,0317 / (100 - 2,2)) * 100 = 1,0549$ дал ;
гарячого	$(1,0549 / (100 - 6,3)) * 100 = 1,1258$ дал.

Для одержання 1 дал пива Князь потрібно:

пива-фільтрованого	$(1 / (100 - 1,58)) * 100 = 1,016$ дал;
молодого	$(1,016 / (100 - 2,6)) * 100 = 1,0431$ дал ;
сусла-холодного	$(1,0431 / (100 - 2,3)) * 100 = 1,0676$ дал ;
гарячого	$(1,0676 / (100 - 5,8)) * 100 = 1,1402$ дал.

					Технологічні розрахунки	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати сировини, кг, на 1 дал пива розраховуємо за формулою:

$$N = (e * d * 96 * 10) / (E - V_{трp}) * V_{т},$$

e — масова частка сухої речовини у початковому суслі, %;

d — відносна густина сусла;

E — екстрактивність зернопродуктів у перерахунку на ПСР, %;

V_{трp} — втрати екстракту в дробині, %;

V_т — вихід товарного пива, %.

Екстрактивність сировини для прийнятих сортів пива у перерахунку на ПСР становитиме:

Для світлого солоду вологістю 5,6% і екстрактивністю 76,0%:

$$76,0 * (100 - 5,6) / 100 = 71,74\%;$$

Для несолодженого ячменю вологістю 14,5%:

$$75,0 * (100 - 14,5) / 100 = 64,13\%;$$

Для карамельного солоду вологістю 5,0%:

$$72,0 * (100 - 6,0) / 100 = 67,68\%;$$

Для рисової січки вологістю 15,0%:

$$85,0 * (100 - 15,0) / 100 = 72,25\%;$$

Для цукру вологістю 0,15 %:

$$100 * (100 - 0,15) / 100 = 99,85\%;$$

Для приготування Дніпровського золотистого пива з концентрацією початкового сусла 11% потрібно 70% світлого солоду, 25% несолодженого ячменю, 5% цукру.

Середньозважена екстрактивність зернопродуктів E дорівнює:

$$0,70 * 71,74 + 0,25 * 64,13 + 0,05 * 99,85 = 71,24\%.$$

За такого складу сировини і втрат з дробиною 1,7% екстракту норма витрат сировини на 1 дал пива N буде становити:

$$N = (11 * 1,0442 * 96 * 10) / ((71,24 - 1,7) * 98,0) = 1,62 \text{ кг};$$

в тому числі:

солоду світлого $1,62 * 0,7 = 1,13 \text{ кг};$

несолодженого ячменю $1,62 * 0,25 = 0,41 \text{ кг};$

цукру $1,62 * 0,05 = 0,08 \text{ кг}.$

Для приготування Черкаського янтарного з концентрацією початкового сусла 12% потрібно 65% світлого солоду, 30% несолодженого ячменю, 5% цукру.

Середньозважена екстрактивність зернопродуктів E дорівнює:

$$0,65 * 71,74 + 0,3 * 64,13 + 0,05 * 99,85 = 70,86\%.$$

Витрати солоду на 1 дал пива з концентрацією початкового сусла 12% пива N буде становити

$$N = (12 * 1,0434 * 96 * 10) / ((70,86 - 2,2) * 97,5) = 1,79 \text{ кг};$$

в тому числі:

солоду світлого $1,79 * 0,65 = 1,16 \text{ кг};$

несолодженого ячменю $1,79 * 0,3 = 0,54 \text{ кг};$

цукру $1,79 * 0,05 = 0,089 \text{ кг}.$

					Технологічні розрахунки	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для приготування Дніпровського оригінального з концентрацією початкового сусла 12 % потрібно 65% світлого солоду, 20% несолодженого ячменю, 10% рисової січки, 5% цукру. Отже, екстрактивність сировини Е дорівнює:

$$0,65 * 71,74 + 0,20 * 64,13 + 0,1 * 72,25 + 0,05 * 99,85 = 71,67\%$$

Витрати сировини N на 1 дал пива з концентрацією початкового сусла 17,5 % пива становитимуть:

$$N = (12 * 1,0434 * 96 * 10) / ((71,67 - 2,2) * 99,3) = 1,74 \text{ кг,}$$

у тому числі солоду :

світлого	$1,74 * 0,65 = 1,13 \text{ кг ;}$
несолодженого ячменя	$1,74 * 0,2 = 0,35 \text{ кг ;}$
рисової січки	$1,74 * 0,1 = 0,17 \text{ кг.}$
цукру	$1,74 * 0,05 = 0,09 \text{ кг .}$

Для приготування пива Князь з концентрацією початкового сусла 14% потрібно 65% світлого солоду, 23% несолодженого ячменя, 7% карамельного солоду, 5% цукру. Отже, екстрактивність сировини Е дорівнює:

$$0,65 * 71,74 + 0,23 * 64,13 + 0,07 * 67,68 + 0,05 * 99,85 = 71,11\%$$

Витрати сировини N на 1 дал пива з концентрацією початкового сусла 20,0 % пива становитимуть:

$$N = (14,0 * 1,05685 * 96 * 10) / ((71,11 - 2,2) * 98,42) = 2,09 \text{ кг,}$$

у тому числі солоду :

світлого	$2,09 * 0,65 = 1,36 \text{ кг ;}$
несолодженого ячменя	$2,09 * 0,23 = 0,48 \text{ кг ;}$
карамельного	$2,09 * 0,07 = 0,15 \text{ кг}$
цукру	$2,09 * 0,05 = 0,1 \text{ кг .}$

Витрати хмелю визначають за нормативною формулою з урахуванням основного вмісту в ньому альфа-кислот, що дорівнює 3,5%, вологості — 13 %.

$$N_n = G_c * 10^6 / (\alpha + 1) * (100 - W) * (100 - B_{втр})$$

G_c – кількість хмельової гіркоти, яку треба внести в сусло, г/дал у перерахунку на суху речовину;

α – вміст альфа-кислот, %;

W – вологість ячменя, %;

$B_{втр}$ – загальні втрати за рідкою фазою, %;

Отже, витрати хмелю на 1 дал пива:

Дніпровське золотисте з концентрацією початкового сусла 11 %:

$$0,72 * 10^6 / (3,5 + 1) * (100 - 13) * (100 - 13) = 28,29 \text{ г;}$$

Черкаське янтарне з концентрацією початкового сусла 12%:

$$0,99 * 10^6 / (3,5 + 1) * (100 - 13) * (100 - 15) = 29,7 \text{ г;}$$

Дніпровське оригінальне з концентрацією початкового сусла 12%:

$$0,99 * 10^6 / (3,5 + 1) * (100 - 13) * (100 - 15) = 29,7 \text{ г;}$$

Пиво Князь з концентрацією початкового сусла 14% :

$$1,33 * 10^6 / (3,5 + 1) * (100 - 13) * (100 - 15) = 39,96 \text{ г;}$$

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Витрати ферментних препаратів у разі заміни 15% і більше солоду несолодженим ячменем визначають за спеціальними інструкціями залежно

від активності використовуваного препарату.

Вторинна сировина. Пивна дробина містить всі речовини зернової сировини за винятком екстракту, що перейшов у сусло.

Для приготування 1 дал Дніпровського золотистого 11%-го пива згідно з наведеним розрахунком потрібно 1,13 кг світлого солоду вологістю 5,6 %, 0,41 кг несолодженого ячменю вологістю 14,5 %, 0,08 кг цукру вологістю 0,15%. Втрати екстракту з дробиною — 1,7 %.

Витрати ферментних препаратів у разі заміни 15% і більше солоду несолодженим ячменем визначають за спеціальними інструкціями залежно від активності використовуваного препарату.

Вторинна сировина. Пивна дробина містить всі речовини зернової сировини за винятком екстракту, що перейшов у сусло.

Для приготування 1 дал Дніпровського золотистого 11%-го пива згідно з наведеним розрахунком потрібно 1,13 кг світлого солоду вологістю 5,6 %, 0,41 кг несолодженого ячменю вологістю 14,5 %, 0,08 кг цукру вологістю 0,15%. Втрати екстракту з дробиною — 1,7 %.

Кількість сухої дробини для Дніпровського золотистого 11%-го пива дорівнюватиме за рахунок:

Солоду світлого

$$1,13 - (1,13 * 0,056) - (1,13 * 0,7124) * 0,933 = 0,262 \text{ кг};$$

Ячменю

$$0,41 - (0,41 * 0,145) - (0,41 * 0,6413) * 0,983 = 0,0926 \text{ кг};$$

Цукру

$$0,08 - (0,08 * 0,0015) - (0,08 * 0,9985) * 0,9983 = 0,0014 \text{ кг}.$$

Кількість сирої дробини вологістю 80 % буде:

$$(0,262 + 0,0926 + 0,0014) * 100 / (100 - 80) = 1,78 \text{ кг}.$$

Для приготування 1 декалітра Черкаського янтарного 12 %-го пива згідно з наведеним розрахунком потрібно 1,16 кг світлого солоду вологістю 5,6 % ,

0,54 кг несолодженого ячменю вологістю 14,5 %, 0,086 кг цукру вологістю 0,15%. Втрати екстракту з дробиною — 2,2 %.

Кількість сухої дробини для Черкаського янтарного 12 %-го пива дорівнюватиме за рахунок:

Солоду світлого

$$1,16 - (1,16 * 0,056) - (1,16 * 0,7124) * 0,978 = 0,287 \text{ кг};$$

Несолодженого ячменю

$$0,54 - (0,54 * 0,145) - (0,54 * 0,6413) * 0,978 = 0,123 \text{ кг};$$

Цукру

$$0,09 - (0,09 * 0,0015) - (0,09 * 0,9985) * 0,978 = 0,0002 \text{ кг}.$$

Кількість сирої дробини вологістю 80 % становитиме:

					Технологічні розрахунки	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$(0,287 + 0,123 + 0,0002) * 100 / (100 - 80) = 2,05 \text{ кг.}$$

Для приготування 1 дал Дніпровського оригінального 12%-го пива згідно з наведеним розрахунком потрібно 1,13 кг світлого солоду вологістю 5,6 %, 0,35 кг несолодженого ячменю 14,5 %, 0,17 кг рисової січки вологістю 15,0%, 0,09 кг цукру вологістю 0,15 %. Втрати екстракту з дробиною — 2,2 %.

Кількість сухої дробини для Дніпровського оригінального 12%-го пива дорівнює за рахунок:

Світлого солоду

$$1,13 - (1,13 * 0,056) - (1,13 * 0,7124) * 0,978 = 0,2793 \text{ кг;}$$

Несолодженого ячменю

$$0,35 - (0,35 * 0,145) - (0,35 * 0,6413) * 0,978 = 0,08 \text{ кг;}$$

Рисової січки

$$0,17 - (0,17 * 0,15) - (0,17 * 0,7225) * 0,978 = 0,024 \text{ кг;}$$

Цукру

$$0,1 - (0,1 * 0,0015) - (0,1 * 0,9985) * 0,978 = 0,0019 \text{ кг;}$$

Кількість сирої дробини становить:

$$(0,2793 + 0,08 + 0,24 + 0,0019) * 100 / (100 - 80) = 2,43 \text{ кг.}$$

Для приготування 1 дал пива Князь 14%-го згідно з наведеним розрахунком потрібно 1,36 кг світлого солоду вологістю 5,6%, 0,48 кг несолодженого ячменю вологістю 14,5%, 0,15 кг карамельного солоду вологістю 5,0%, 0,1 кг цукру вологістю 0,15%. Втрати екстракту з дробиною — 2,2 %.

Кількість сухої дробини для пива Князь 14%-го дорівнює за рахунок:

Світлого солоду

$$1,36 - (1,36 * 0,056) - (1,36 * 0,7124) * 0,978 = 0,336 \text{ кг;}$$

Несолодженого ячменю :

$$0,48 - (0,48 * 0,145) - (0,48 * 0,6413) * 0,978 = 0,109 \text{ кг;}$$

Карамельного солоду:

$$0,15 - (0,15 * 0,05) - (0,15 * 0,6768) * 0,978 = 0,043 \text{ кг.}$$

Кількість сирої дробини становить:

$$(0,336 + 0,109 + 0,043 + 0,002) * 100 / (100 - 80) = 2,45 \text{ кг.}$$

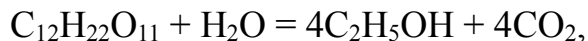
Кількість хмельової дробини втричі більше за кількість використаного хмелю.

Вихід дріжджів дорівнює 0,18 л на 1 дал пива, причому 0,085 л використовують як насінневі, а 0,095 л — осадові товарні дріжджі.

Вихід шламу в результаті сепарування становить 0,031 кг на 1 дал пива.

Вихід осаду з апаратів доброджування приймаємо 0,03 л на 1 дал пива.

Приймаємо, що весь зброджуваний екстракт — мальтоза. Його зброджування відбувається за рівнянням:



тобто з 342 мас.ч.мальтози утворюється $44 * 4 = 176$ мас.ч. діоксиду вуглецю і 184 мас.ч. спирту.

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Для 14-го пива Князь приймаю ступінь зброджування 50%. Маса холодного суслу дорівнює:

$$1,0549 * 1,0434 * 10 = 11,0 \text{ кг.}$$

Кількість екстракту в ньому:

$$11,0 * 0,14 = 1,54 \text{ кг.}$$

Кількість зброженого екстракту:

$$1,54 * 0,50 = 0,77 \text{ кг.}$$

Утворюється діоксиду вуглецю

$$0,77 * 176 / 342 = 0,586 \text{ кг}$$

З цієї кількості зв'язується з пивом

$$11,41 * 0,003 = 0,034 \text{ кг}$$

І виділяється вільного CO₂

$$0,586 - 0,034 = 0,552 \text{ кг.}$$

Таблиця 4.5 – Зведена таблиця розрахунку продуктів

Продукт	Од. вим.	Сировина, напівпродукти, відходи для сортів пива							
		Дніпровське золотисте 11%		Черкаське янтарне 12%		Дніпровське оригінальне 12%		Князь 14%	
		на 1 дал	1,305 млн. дал	на 1 дал	120 тис. дал	на 1 дал	30 тис. дал	на 1 дал	45 тис. дал
Солод світлий	кг	1,13	1474650	1,16	139200	1,13	33900	1,36	61200
Солод карамельний	кг	-	-	-	-	-	-	0,15	6750
Рисова січка	кг	-	-	-	-	0,17	5100	-	-
Ячмінь товарний	кг	0,41	535050	0,54	64800	0,35	10500	0,48	21600
Цукор	кг	0,08	104400	0,089	10680	0,09	2700	0,1	4500
Всього сировини	кг	1,62	2114100	1,789	214680	1,74	52200	2,09	94050
Хміль	кг	0,0283	36931,5	0,03	3600	0,03	3600	0,04	1800
Сусло гаряче	дал	1,1332	1478826	1,1466	137592	1,1258	33774	1,1402	51309
Сусло охолоджене	дал	1,0675	1393087,5	1,0744	128928	1,0549	31647	1,0676	48042
Молоде пиво	дал	1,044	1362420	1,0508	126096	1,0317	30951	1,0431	46939,5
Фільтроване пиво	дал	1,020	1331100	1,0256	123072	1,007	30210	1,016	45720
Товарне пиво	дал	1,000	1305000	1,000	120000	1,000	30000	1,000	45000
Пивна дробина	кг	1,78	2322900	2,05	246000	2,43	72900	2,45	110250
Дріжджі насінневі	л	0,085	110925	0,085	10200	0,085	2550	0,085	3825
Дріжджі товарні	л	0,095	123975	0,095	11400	0,095	2850	0,095	4275
Шлам при сепаруванні	л	0,031	40455	0,031	3720	0,031	930	0,031	1395
Відстій в апаратах доброджування	кг	0,03	39150	0,03	3600	0,03	900	0,03	1350
Діоксид вуглецю	кг	0,277	361485	0,346	41520	0,503	15090	0,552	24840

Технологічні розрахунки

Арк.

38

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Таблиця 4.6 - Нормативні витрати допоміжних матеріалів на виробництво пива

Операція	Матеріал	Одиниця виміру	Норма
1	2	3	4
Дезинфекція обладнання і комунікацій (приготування антиформіну)	хлорне вапно	кг/тис. дал	1,6
	сода кальцинована технічна	кг/тис. дал	3,6
Очистка повітря	антимікробне фільтрувальне іглопробивне полотно	м ³ /млн. дал	1,2

Річний обсяг виробництва пива 1,5 млн. дал.

Тоді необхідна кількість допоміжних матеріалів складе:

- хлорне вапно
 $1,6 * 1500 = 2400$ кг;
- сода кальцинована технічна
 $3,6 * 1500 = 5400$ кг;
- антимікробне фільтрувальне іглопробивне полотно
 $1,2 * 1500 = 1,8$ м³

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ [19]

Потужність заводу $Q_{\text{заводу}} = 1500000$ дал/рік.

Річна витрата зернопродуктів розраховується виходячи з таблиці продуктів – на 1 дал товарного пива витрачається 1,70 кг зернової сировини.

Отже, отримаємо:

$$G_{\text{річне}} = Q * 1,70 \quad (5.1)$$

$$G_{\text{річне}} = 1500000 * 1,70 = 2550000 \text{ т.}$$

Добова витрата зернопродуктів розраховується виходячи з таких міркувань: випуск продукції в найбільш напружений квартал приймається рівним 30 % від річного, а за один місяць – 10 %. При роботі варильного відділення 28,5 діб в місяць (так як 1,5 доби в місяць відводиться для дезінфекції і профілактичного ремонту апаратів і трубопроводів) добова витрата зернопродуктів складає:

$$G_{\text{доб}} = \frac{G_{\text{річ}} \cdot 0,1}{28,5} = \frac{2550000 \cdot 0,1}{28,5} = 8,95 \text{ т} \quad (5.2)$$

За добовою переробкою зернопродуктів, користуючись таблицею, підбираємо варильний агрегат.

Таблиця 5.1 – Характеристика варильних агрегатів пивоварних заводів

Варильні агрегати	Кількість варень за добу	Добова кількість переробки зернопродуктів у разі засипу на 1 затор, т				
		0,5	1,0	1,5	3,0	5,5
Двоапаратний	2,0	1,0	2,0	-	-	-
Чотириапаратний	3,6	-	-	-	10,8	19,8
	4,0	-	4,0	6,0	-	-
Шестиапаратний	6,0	-	6,0	9,0	18,0	33,0

Отже, обираємо чотирьохапаратний варильний агрегат із засипом 3,0 т, що при 3,6 варках за добу дозволяє переробляти 10,8 т зернопродуктів.

Таблиця 5.2 Технічна характеристика варильних апаратів [19]

Назва апарата	Заторний	Сушварильний	Фільтраційний
Модель	ВКЗ-3	ВЦЦ-3	ВФЧ-3
Кількість солоду, що переробляється одночасно, т	3	3	3
Повний об'єм, м ³	18	26,16	22,0
Площа поверхні нагріву, м ²	12,5	21,9	-
Внутрішній діаметр, мм	3700	4200	4500
Діаметр з ізоляцією, мм	3920	4360	5000
Висота циліндричної частини, мм	1212	980	1400
Висота кришки, мм	1810	2360	1955
Висота сферичного днища, мм	935	1580	-
Частота обертання мішалки, об/хв	31	31	0,53/3,2
Потужність електродвигуна, кВт	7,5	7,5	2,2/4,0
Робочий тиск пари, МПа	0,245	0,245	-
Тиск вторинної пари, МПа	-	0,02	-
Діаметр паропроводу, мм	80	80	-
Площа поверхні фільтрування, м ²	-	-	15,9
Кількість фільтраційних кранів	-	-	12
Діаметр витяжної труби, мм	400	400	400
Маса з продуктом, кг	23500	31000	30600

Примітка. В чисельнику приведені величини, характерні для розрихлювачів при прорізуванні дробини, а в знаменнику – при її вигрузці.

Далі розраховуємо транспортне обладнання – норію для солоду та ячменю. Приймаємо, що відпуск солоду і ячменю із зерносховища проводиться щоденно протягом трьох годин (за денної зміни). Тоді потужність підіймальної норії повинна бути не менше, ніж:

$$G_{\text{норії}} = \frac{8,95}{3} = 2,98 \text{ т/год.}$$

Приймаємо до встановлення 2 норії НЦГ з потужністю 5 т/год по «важкому» зерну або $5 \cdot \frac{0,53}{0,75} = 3,53 \text{ т/год}$ по солоду.

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 5.3 - Характеристика норії

Тип норії 1	
Продуктивність по пшениці ($\rho=0,75 \text{ т/м}^3$, $W=17 \%$), т/год	5
Висота норії не більше, м	45
Діаметр барабанної головки, мм	300
Довжина барабанної головки і башмака, мм	150
Ширина стрічки, мм	125
Швидкість руху стрічки, м/с	1,2
Крок ковшів, мм	210
Розміри поперечного перерізу труб норії, мм	197×197

Ваги автоматичні для зважування солоду і ячменю мають мати таку ж потужність, як і норія. Приймаємо до встановлення ваги марки Д-20 потужністю 5 т/год.

Характеристика автоматичних вагів подана у табл. 5.4

Таблиця 5.4 - Характеристика автоматичних вагів

Марка вагів	Д-20
Величина порції зважування, кг	15-20
Продуктивність, т/год	1,44-6,01
Об'єм ковша, м ³	0,044
Потужність, кВт	0,7
Габаритні розміри, мм	900×750×800
Маса, кг	155

Бункери виробничого запасу зернопродуктів мають поміщати їх добовий запас, тобто 8,95 т. Об'єм добового запасу солоду розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{доб.солоду}} = \frac{G_{\text{доб}}}{0,53} \cdot 1,1 \quad (5.3)$$

$$V_{\text{доб.солоду}} = \frac{8,95}{0,53} \cdot 1,1 = 18,57 \text{ м}^3,$$

де 0,53 - об'ємна маса товарного солоду.

Об'єм добового запасу ячменю розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{доб.ячменю}} = \frac{G_{\text{доб}} \cdot 0,3}{0,65} \cdot 1,1 \quad (5.4)$$

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$V_{\text{доб.ячменю}} = \frac{8,95 \cdot 0,3}{0,65} \cdot 1,1 = 15,15 \text{ м}^3,$$

де 0,65 - об'ємна маса відсортованого ячменю.

Обираємо 2 бункера для солоду об'ємом по 20 м³. Бункери проектуємо квадратного сичення із пірамідальним днищем.

Геометричні розміри бункера для солоду при стороні квадрату а = 2 м і куті відкосу α = 30° будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \text{tg}30^\circ \cdot 2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,5775 \cdot 2 = 0,82 \text{ м},$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \cdot h_1 = 5 - 0,27 = 4,73 \text{ м},$$

де V - це об'єм бункера для солоду, 20 м³.

Геометричні розміри бункера для ячменю при а = 1,8 м і α=36° будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \text{tg}36^\circ \cdot 1,8 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,7265 \cdot 1,8 = 0,92 \text{ м},$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \cdot h_1 = 4,68 - 0,31 = 4,37 \text{ м},$$

де V_я - це об'єм добового запасу ячменю, м³.

Повітряно-ситовий сепаратор розраховуємо, виходячи з того, що на одну варку потрібно 3 т зернопродуктів. Отже, його продуктивність повинна бути 3/1,5 = 2 т/год. Обираємо апарат ЗСМ-2,5.

Характеристика повітряно-ситового сепаратора подано у табл. 5.5

Таблиця 5.5 - Характеристика повітряно-ситового сепаратора

Марка	ЗСП-2,5
Продуктивність, т/год	2,5
Сумарна потужність електродвигуна, кВт	1,1
Габаритні розміри, мм	
довжина	1700
ширина	1100
висота	1100
Маса, кг	400

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Магнітний сепаратор повинен мати потужність не менше повітряно-ситового сепаратора 2 т/год. Обираємо апарат МСД-2

Таблиця 5.6 - Технічні дані магнітного сепаратора

Продуктивність кг/год	2000
Діаметр барабана, мм	250
Потрібна потужність, кВт для котушок для привода машини	0,20 0,4
Габаритні розміри, мм довжина ширина	1000 400

Норія для підіймання очищеного солоду повинна мати потужність не менше магнітного сепаратора, тобто не менше 2 т/год. Тому обираємо норію для зерна НЦГ-5 потужністю 5 т/год по «важкому» зерну або $5 \cdot 0,53 / 0,75 = 3,53$ т по солоду.

Бункер для очищеного солоду повинен вміщувати не менш як півгодинний запас потужності повітряно-ситового сепаратора, тобто не менш як 2 т.

Отже, об'єм його повинен бути:

$$V_{\text{бунк.очищ.солоду}} = \frac{2}{0,53} \cdot 1,1 = 4,15 \text{ м}^3.$$

Геометричні розміри бункера для очищеного солоду при $a = 1$ м і куті відкосу $\alpha = 30^\circ$ будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \text{tg } 30^\circ \cdot 1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,5773 \cdot 1 = 0,41 \text{ м},$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \cdot h_1 = 4,15 - 0,41 = 3,74 \text{ м},$$

Ваги автоматичні для очищеного солоду на одну варку повинні мати потужність не менш як 2 т/год. Обираємо автоматичні ваги марки ВАП-20-037(Д-20) потужністю 5 т/год.

Дробарка і вальцевий станок для подрібнення солоду і несолодженої сировини повинні забезпечувати за 1,5-2 години роботи подрібненою сировиною одну варку. Отже, продуктивність кожного з них повинна бути $3 / 1,5 = 2$ т/год. Обираємо для подрібнення солоду дробарку марки «Миаг» ГДР-2,5, а для подрібнення несолодженої сировини пальцевий станок ЗМ-1.

Характеристика дробарки наведена у табл. 5.7.

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 5.7 - Характеристика дробарки

Марка	«Миаг», ГДР
Продуктивність, т/год	2,5
Число вальців, шт	6
Потужність електродвигуна, кВт	9,5
Габаритні розміри, мм	
довжина	2340
ширина	2150
висота	1650
Маса, кг	2420

Таблиця 5.8 - Характеристика вальцевого станка

Марка	ЗМ-1
Продуктивність, кг/год	650-1000
Витрати повітря на аспірацію, м ³ /год	7-10
Потужність електродвигуна (при гладких вальцях), кВт	7,4
Габаритні розміри, мм	1194×1030×1500
Маса, кг	1600

Бункер для подрібненого солоду повинен мати об'єм, що вміщує кількість солоду для 1 варки, тобто 3 т. Об'єм бункера приймається з розрахунку 3 т на кожен тону подрібненого солоду, тобто:

$$V_{\text{подрсол.}} = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}^3$$

Бункер для подрібненої несолодженої сировини повинен вміщувати ячмінь для 1 варки, тобто при 30 % вмісті ячмінного солоду в складі зернопродуктів місткість бункера становить:

$$V_{\text{подрячм.}} = 3 \cdot 0,3 \cdot 3 = 2,7 \text{ м}^3$$

Збірник промивних вод, що отримуються при промиванні дробини, повинен мати об'єм 2,4 м³ на 1 т зернопродуктів, що поступають на варку, тобто:

$$V_{\text{збірника}} = 2,4 \cdot 3 = 7,2 \text{ м}^3$$

Збірник виготовляється в формі горизонтального циліндра, що оснащений змішувачем для підігріву. Приймаємо діаметр збірника рівним 1,5

м, довжину знаходимо за формулою: $V_{\text{збірника}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l$

Тоді отримуємо:

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$l = \frac{7,2 \cdot 4}{3,14 \cdot 1,5^2} = 4,08 \text{ м.}$$

Мірник гарячої води для промивання хмелевої дробини.

Об'єм мірника визначаємо, виходячи с розрахунку 0,2 м³ на 1 т затираючих зернопродуктів, тобто:

$$V_{\text{мірника}} = 0,2 \cdot 3 = 0,6 \text{ м}^3.$$

Мірник виготовляється циліндричної форми. При висоті 1,2 м діаметр його буде:

$$D = \frac{0,6 \cdot 4}{1,2 \cdot 3,14} = 0,64 \text{ м.}$$

Заторний насос. Відповідно до режиму затирання заторна маса із заторного котла повинна перекачуватись за 20 хвилин. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3,0-3,5 л заторної маси. Об'єм заторної маси із 3000 кг зернопродуктів відповідно:

$$V_{\text{зат.маси}} = 3000 \cdot 3,5 = 10500 \text{ л.}$$

Потрібна потужність насоса:

$$Q_{\text{зат.насоса}} = 10500 \cdot \frac{60}{20} = 31500 \text{ л/год.}$$

Приймаємо насос КМ80-50-200 потужністю 50 000 л/год, потужністю 15 кВт (маса – 180 кг, габаритні розміри, мм: 740×350×400)

Насос для мутного сусла підбираємо за умови, що кількість мутного сусла, що вертається на фільтраційний апарат, складає 10% від загального об'єму заторної маси, а процес повернення відбувається всього за 10 хвилин. Тоді продуктивність складе:

$$Q_{\text{мут.сусл.насоса}} = 10500 \cdot 0,1 \cdot \frac{60}{10} = 6300 \text{ л/год.}$$

Приймаємо до встановлення насос марки К8-18 продуктивністю 8000 л/год.

Насос для вилучення дробини. Відповідно до продуктового розрахунку із 100 кг зернопродуктів при варці Дніпровського золотистого пива отримуємо 109,87 кг дробини. Отже, із одної варки дробини отримуємо:

$$G_{\text{дробини}} = 109,87 \cdot \frac{3000}{100} = 3296,1 \text{ кг.}$$

Для перекачки до роздаточного бункера дробина розбавляється водою у відношенні 1 кг до 2 л води. Об'єм розбавленої дробини складає:

$$V_{\text{розб.дробини}} = 3296,1 \cdot 2 = 6592 \text{ кг.}$$

Спорожнювання фільтраційного апарату від дробини здійснюється за 15 хв. За цих умов потужність насоса повинна бути:

$$Q_{\text{насоса}} = 6592 \cdot \frac{60}{15} = 26368 \text{ л/год.}$$

Приймаємо насос СОТ 30М, продуктивністю 30000 л/год (потужність 11 кВт, маса – 437 кг, габаритні розміри, мм: 1320×570×590).

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сусловий насос. Відповідно до режиму варки сусла з хмелем перекачка охмеленого сусла із сусловарильного апарату відбувається протягом 30 хвилин. Об'єм сусла, складає 620 л на 100 кг переробляючих зернопродуктів. Отже, із одної варки отримуємо сусла:

$$V_{\text{сусла}} = 3000 \cdot \frac{620}{100} = 18600 \text{ л.}$$

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

$$Q_{\text{сусл.насоса}} = 18600 \cdot \frac{60}{30} = 37200 \text{ л/год.}$$

Для перекачки охмеленого сусла використовують насоси типу СОР – відцентрові, багатоступінчасті, консольного типу, що призначені для подачі води і інших незабруднених рідин температурою до 105°C.

Для розрахованої потужності приймаємо насос СОР-50М, продуктивністю 50000 л/год (потужність 30 кВт, маса – 675 кг, габаритні розміри, мм: 1525×620×680).

Гідроциклонний апарат. Підбираємо гідроциклонний апарат для освітлення сусла.

Для підбору апарата знаходимо його повну місткість, м³

$$V = V_{\text{зат}} K,$$

де $V_{\text{зат}}$ – кількість сусла одержувана з одного затору, м³ ;

K – коефіцієнт заповнення.

Приймаємо, що з 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м³ сусла. Отже, сусла буде

$$V = (6 * 3,0) / 0,9 = 20 \text{ м}^3,$$

0,9 – коефіцієнт заповнення.

За цими даними підбираємо гідроциклонний апарат марки РЗ-ВГЧ-3.

Таблиця 5.9 - Характеристика гідроциклонного апарата марки РЗ-ВГЧ-3

Кількість одночасного переробляння солоду, т	3,0
Продуктивність, дал/добу	9980
Вмістимість, м ³	
повна	26
робоча	21
Швидкість подачі сусла в апараті, м/с	20-25
Діаметр сопла, мм	
найбільший	100
найменший	50
Внутрішній діаметр апарата, мм	3000
Габаритні розміри, мм не більше	
довжина	3721
ширина	3263
висота	4328
Маса, кг	2146

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплообмінник

Продуктивність теплообмінника повинна відповідати продуктивності гідро циклона. Встановлюю теплообмінник марки СНРМ 250 продуктивністю 25м³/годину (габаритні розміри: 750×2900×2000).

Таблиця 5.10 – Специфікація технологічного обладнання

№ п/п	Номер позиції на апаратурно-технологічній схемі	Найменування, марка обладнання	К-ть	Технічна хар-ка	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Норія для піднімання сировини НГЦ-5	2	Продуктивність 5000 кг/год по важкому зерну, 3500 кг/год по солоду	6,8	5,4	–
2	3	Бункер для солоду	1	Повна вмістимість 20 м ³	–	–	–
3	5	Бункер для ячменю	1	Повна вмістимість 15 м ³	–	–	–
4	7	Повітряно-ситовий сепаратор ЗСМ-2,5	2	Продуктивність 2,5 т/год Габаритні розміри 1700×1100×1100	1,1	-	Маса 400 кг
5	8	Магнітний сепаратор МСД-2	2	Продуктивність 2 т/год Габаритні розміри 1000×400	0,64	-	-
6	9	Ваги автоматичні Д-20	2	Продуктивність 1500кг/год Габаритні розміри 900×750×800	0,7	-	-
7	10	Вальцевий станок ВМП	1	Продуктивність 1000 кг/год	10	1	-
8	11	Солодробарка «Миаг» ГДР-2,5	1	Продуктивність 2500 кг/год Габаритні розміри 2340×2150×1650	9,5	4,6	Маса 2420 кг
9	12	Бункер для подрібненого солоду	1	Повна вмістимість 9 м ³	-	-	-
10	14	Бункер для подрібненого ячменю	1	Повна вмістимість 3 м ³	-	-	-
11	19	Заторний апарат ВКЗ-3	2	Вмістимість 18 м ³	7,5	8	-
12	20	Фільтраційний апарат ВФЧ-3	1	Вмістимість 22 м ³	2,2/4,0	4	-

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк. 48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13	13	Суловарильний апарат ВСЦ-3	1	Вмістимість 26 м ³	7,5	8	
14	30	Збірник промивних вод		Повна вмістимість 7 м ³	-	-	м
15	18	Заторний насос КМ80-50-200		Потужність 50000 л/год, Габаритні розміри 740×350×400	15	2,9	Маса 180 кг
16	18	Насос мутного суслу КМ 8/18		Подача 8м3/год, напір 18м.вод.ст.	3	0.6	-
17	18	Насос для видалення дробини СОТ 30М	1	Подача 30м3/год, напір 18м.вод.ст. Габаритні розміри 1320×570×590	11	0.9	Маса 437 кг
18	18	Насос для суслу СОТ 50М	1	Подача 50м3/год, напір 18м.вод.ст. Габаритні розміри 1525×620×680	30	1.8	Маса 675 кг
19	27	Гідроциклонний апарат РЗ-ВВЦ-1.5	1	Продуктивність 5м ³ /год Габарити 3721х3263х4328м м.	3	4	Маса 2146кг
20	29	Теплообмінник СНРМ 250	1	Продуктивність 25м ³ /год Габаритні розміри 750×2900×200	-	4	-

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

6. ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАПЕЗПЕЧЕННЯ

На пивзаводі передбачено виробничу лабораторію, яка здійснює всі функції внутрішньо-технологічного контролю. Структура і штат виробничої лабораторії встановлюється у відповідності до об'єму та специфіки виробництва. Виробнича лабораторія забезпечена матеріально-технічною базою та нормативно-технічними документами (НТД) необхідними для проведення випробувань продукції, засоби НТД по діапазону точності відповідають відповідним таврам та свідоцтвам, знаходяться у справному стані. Затверджені графіки повірок приладів є в наявності і виконуються [9,10,17].

Основними завданнями виробничої лабораторії є:

1. Здійснення вхідного контролю всієї продукції, що поступає на підприємство, сировини, матеріалів, напівфабрикатів, тари.
2. Контроль за дотриманням рецептур, діючих стандартів, санітарних умов на всіх стадіях виробництва.
3. Аналіз причин, що привели до браку продукції, участь у розробці заходів для випуску якісної продукції.
4. Участь в перегляді старих та розробці нових стандартів, технічних умов на сировину, напівфабрикати, готову продукцію.

Лабораторія забезпечується повністю реактивами, витримуються вимоги до їх збереження. Весь необхідний для проведення аналізів посуд є в наявності.

Виробнича лабораторія дає змогу своєчасно виявити відхилення у технологічному процесі та виправити їх, сприяючи виготовленню високоякісного кінцевого продукту виробництва [10, 17]. Схема технохімічного контролю виробництва наведений в табл. 6.1

					Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Схема технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва пива

№	Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод і частота контролю	Нормативний документ	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
1	Солод	Склад солоду	<p>Органолептичні показники</p> <p>Кількість мучнистих зерен</p> <p>Скловидність</p> <p>Масова частка вологи</p> <p>В лабораторному суслі:</p> <p>Масова частка екстракту в СР солоду тонкого помелу</p> <p>Тривалість оцукрення</p> <p>Прозорість</p> <p>Забарвленість</p> <p>Кислотність</p> <p>Амінний азот</p> <p>В'язкість</p> <p>Тривалість фільтрації</p> <p>Різниця масових часток екстракту в сухій речовині солоду тонкого та грубого помелів</p>	<p>Органолептично</p> <p>Зріз на ферінатомі</p> <p>Висушування в СЭШ-3</p> <p>Візуально</p> <p>Фотокалориметр</p> <p>РН-метр</p> <p>Мідний метод</p> <p>В'язкосиметр</p> <p>Освальда</p> <p>Кожна партія при надходженні</p> <p>В разі необхідності</p>	<p>ДСТУ4282:2004</p> <p>Правила користування рН-метром, ДСТУ4282:2004</p>	Інженер-хімік
2	Ячмінь	Склад сировини	<p>Вологість</p> <p>Крупність</p> <p>Вміст білку</p> <p>Зараженість шкідниками</p> <p>Масова доля смітної або зернової домішки.</p>	<p>Висушування</p> <p>Апарат Фогеля</p> <p>Метод Кельдаля</p> <p>Метод Брудной</p> <p>Або метод розколювання зерен</p> <p>Візуально</p> <p>Кожна партія у прийманні</p>	ГОСТ-3769	Інженер-хімік
3	Рисова січка	Склад сировини	<p>Колір, смак, запах</p> <p>Вологість</p> <p>Екстрактивність</p> <p>Масова доля смітної домішки</p>	<p>Органолептично</p> <p>Висушування в СЭШ-3</p> <p>Метод дослідного затирання з солодовою витяжкою</p> <p>Візуально</p>	ГОСТ 6292-93	Інженер-хімік

Продовження табл. 6.1

4	Гранули хмелю	Склад сировини	Органолептичні показники Масова частка вологи Масова частка α -кислот	Органолептично Висушування наважки в СЕШ Кондуктометричний метод Кожна партія при надходженні або, якщо якість гарантована	ГУ У054537-52-001-99	Технік-хімік
5	Питна вода	Відділення водо підготовки	Органолептичні показники Загальна жорсткість рН Загальна лужність	Органолептично Комплексометричний метод рН-метр Титрування 2 рази на тиждень або в разі необхідності	ГОСТ 4151-72 Правила користування рН-метром	Ведучий інженер-хімік
6	Кислота молочна	Склад сировина	Прозорість Кислотність Масова частка молочної кислоти	Візуально Титрування 1 раз у півріччя і в разі необхідності	ГОСТ 490-79	Інженер-хімік
7	Ферментні препарати	Склад сировини	Питома вага	Кожна партія при надходженні або рідше, якщо якість гарантована	НД заводу-постачальника	Інженер-хімік
8	Вода виробництва пива	Водопідготовка, збірник холодної води	Загальна жорсткість рН Загальна лужність Вміст вільного залишкового хлору	Комплексометричний метод рН-метр Титрування 2 рази на тиждень та в разі необхідності	ГОСТ 4151-72 Правила користування рН-метром Інструкція технохімічного контролю ГОСТ 18190-72	Інженер-хімік
9	Затір	Варильне відділення	Температура затирання	У кожному заторі. Термометр ТС-4, межа вимірювання 1-100 °С	50-77 °С (залежно від способу затирання)	Інженер-хімік
			Повнота оцукрювання	У кожному заторі . Йодокрохмальна проба	Повне оцукрювання	Інженер-хімік
10	Охмелене сусло	Варильне відділення	Концентрація екстрактивних речовин Оцукрюваність Забарвленість рН Гіркота В'язкість	Сахарометр Йодна проба Колориметричне титрування рН-метр В'язкозиметр Освльда	Інструкція технохімічного контролю	Інженер-хімік

Продовження табл. 6.1

11	Гаряче сусло	Варильне відділення	Освітлення, якість зависів гарячого сусла	Візуально, кожна варка	Повна прозорість	Інженер-хімік
12	СП		Концентрація миючих та дезречовин	1 раз на тиждень	Інструкція по визначенню концентрації речовин фірми-постачальника	Інженер-хімік

Метрологічне забезпечення якості технологічного процесу гарантує постійний контроль за відповідністю засобів та методів вимірювання, що застосовуються на підприємстві, вимогам стандартів, технічних умов, технологічних інструкцій та іншої документації по введенню технологічного процесу, а також проведення повірки, ремонту, налагодженню вимірювальних пристроїв згідно закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Метрологічне забезпечення у варильному відділенні наведено в табл. 7.2.

Таблиця 6.2 – Метрологічне забезпечення виробництва

№ з/п	Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умови)	Межі вимірювання	Клас точності, допустимі похибки
1	Визначення масової частки вологи зерна	Сушильна шафа СЕШ-3М	0-130 °С	± 0,5 %
2	Визначення рН сусла та молодого пива	Стационарний настільний мікропроцесорний рН-метр для лабораторій.	0,00 - 14,00 рН ± 1999 mV 0-100 °С	Похибка - 0,05 рН/10 мВС
3	Визначення екстрактивності	Аерометр Набір промислових ареометров (ГОСТ) АСП 3 з 200мл мірним циліндром Рефрактометр НТ 110 АТС	100мл , 200 мл мірним циліндром Діапазон шкали ± 0,1 %	± 0,01 %
3	Визначення температури	Термометр ртутний згідно з ГОСТ 28498	0...200 °С	± 0,8 %

					Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

індивідуального захисту, виконанням робіт відносно до вимог з охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці[16].

Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників в умовах виробництва пива надано в формі табл. 7.1 .

Таблиця 7.1- Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Шкідливі і небезпечні виробничі чинники	Джерела їх виникнення
Шум	Вентиляційна система, технологічне обладнання
Електрична напруга (380, 220 В)	Щит управління, електроприводи
Вибухо-пожежонебезпека - категорія В	Цех по виробленню пива
Вибухо-пожежонебезпека - категорія В	Цех по виробленню пива
Запиленість зернопродуктами	Ділянка дроблення

Промислова санітарія

В цеху по виробленню пива шкідлива речовина – пилюка зерна .

Таблиця 7.2 - Характеристика шкідливих речовин, які зустрічаються на даному виробництві.

Шкідливі речовини	Токсичність	ГДК, мг/м3	Клас безпеки
Пил зерна	Впливає на органи дихання	4	3

Вентиляція

В приміщенні цеху передбачена система вентиляції і опалювання.

Вентиляція - природна і штучна. Механічна вентиляція - загальнообмінна, припливно-витяжна, місцева і аварійна. Вид опалювання – центральний.

Шум

До джерел шуму на ділянки по виробленню пива відносяться вентиляційні установки, електродвигуни, насоси, технологічне обладнання.

Допустимий рівень звукового тиску на робочому місті у приміщенні наданий в таблиці 6.3.

Таблиця 7.3 - Допустимі рівні звукового тиску та звуку

Види трудової діяльності, приміщення, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах зі середнєгеометричними частотами, Гц	Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
Крайні частоти в октавних смугах, Гц	22 45	45 90
Виконання всіх видів робіт в виробничих приміщеннях	107	95

Міри безпеки

Технологічна схема по виробництву пива складається з наступних етапів:

- прийом і зберігання солоду;
- очищення і дроблення солоду;
- готування пивного сусла;
- охолодження сусла;
- готування дріжджів чистої культури;
- головне бродіння;
- добродіння;
- освітлення.

Зернопродукти зі сховища поступають на стадію очищення та дроблення.

На цій стадії передбачена місцева вентиляція. Готування затору здійснюють шляхом подачі кондиційованої води температурою 40 - 45°C протягом 20 – 30 хвилин. Підіймають температуру до 50 - 52°C (білкова пауза). Потім температуру затору підвищують до 65°C та витримують при цій температурі 10-30 хвилин (мальтозна пауза). Передбачено теплоізоляція наріжної поверхні. Затор переміщують і продовжують нагрівання до 70 - 72°C.

Отримують остаточно оцукрений затор. Далі затор нагрівають до 75°C та перекачують на фільтрацію. Отримане перше сусло кип'ятиться із хмелем. На наступній стадії здійснюють відділення сусла від хмелевої дробини. Охмелене сусло подається на стадію освітлення й охолодження пива та ділі

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

на стадію бродіння пивного сусла. Отримане молоде пиво звільняється від

дріжджів та різних дрібнодисперсних часток. Після доброжування, дозрівання та освітлення пиво насичується діоксидом вуглецю в карбонізаторі, зливається у фарфас і далі під тиском CO₂ подається у відділення розливу. Електрообладнання занулено.

Електробезпека.

У відділенні діють такі фактори небезпеки:

- висока температура;
- сирість.

Тому клас електробезпеки приміщення згідно з ПЕУ – приміщення особливо небезпечне. В такому приміщенні необхідно виконувати захисне заземлення електроустановок. Оскільки світильники знаходяться на висоті 2,5 м від підлоги, то можна застосовувати напругу 220 В.

Засоби захисту:

ізолюючи штанги, діелектричні кліщі, інструменти з ізолюючою рукояjdkові

коврики. Окрім заземлення додатково застосовуються малі напруги, подвійна ізоляція, захисне відключення – як додаткові заходи захисту. Світильники в заторному, сусловарильному і фільтраційному апаратах мають напругу не вище 12 В у вологозахищеному виконанні (з огороженням металевою сіткою).

Щити включення апаратів захищенні металевими коробками, на підлозі біля щита повинен бути діелектричний коврик.

Побутові приміщення.

У відділенні передбачені такі санітарно-побутові приміщення: гардеробні, душові, вбиральні, пристрої питного водопостачання, кімната відпочинку.

Нормативом щодо забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями та обладнанням підприємств по виробництву пива для варильного відділення повинно бути передбачено [10, с. 203]:

1). Розрахункова кількість чоловік:

- на одну душову сітку – 7;
- на один кран – 20;

2). Загальні гардеробні:

- два відділення шафи на одну людину;

3). Приміщення охолодження.

Необхідно встановити дві душові сітки в один кран.

					Охорона праці	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Основне завдання кваліфікаційної роботи – інтенсифікація способів затирання.

Розглянуті існуючі способи та режими виробництва пива, обґрунтовано вибір способу виробництва. Проведено продуктивний розрахунок виробництва продуктивністю 1,5 млн. дал пива в рік і по його результатам підібрано обладнання варильного цеху: варильний агрегат на 3 т засипу з 3,6 циклами за добу, обладнання подрібки зернопродуктів.

Приведений аналіз відомих способів затирання для приготування сусла, описані їхні переваги та недоліки. Запропоновано та обґрунтовано ефективний спосіб затирання солоду та несолоджених зернопродуктів в залежності від якості сировини для обраних рецептур пива – настійний та одновідварний.

У кваліфікаційній роботі прийнято такі технологічні рішення:

1. У кваліфікаційній роботі пропонується обґрунтування та виробництво такого сорту пива як Дніпровське золотисте та Черкаське янтарне, Князь, що виготовляються із солоду світлого, несолоджененого ячменя, карамельного солоду, цукру та Дніпровське оригінальне, з використанням рисової січки.

1. Транспортування зернопродуктів із сховища відбувається механічним транспортом (норія, стрічковий транспортер).

2. Подрібнення солоду відбувається на дробарці кондиційованого подрібнення (вона дає змогу збільшити еластичність оболонок зернопродуктів, зростає вихід і кінцева ступінь зброджування, швидше досягається повнота оцукрювання, незначно збільшуються витрати на обслуговування у порівнянні з використанням інших дробарок), а для подрібнення несолодженої сировини використовується валкова дробарка.

3. Для затирання солоду і несолодженої сировини пропонується настійний спосіб затирання для приготування затору з використанням солоду дуже високої якості для напівтемного сорту пива «Князь». Для світлого пива «Дніпровське оригінальне» слід використовувати так званий перший варіант затирання з рисом [17]. Адже коли використовують настійний або відварних способи, можуть виникнути труднощі при затиранні, оскільки ці методи не адаптовані до особливостей розварювання рисової січки. Для решти – одновідваркові способи.

5. Фільтрування затору відбувається на фільтраційному апараті нового типу, у якому дробина є фільтруючим матеріалом.

6. При кип'ятінні сусла з хмелем пропонується використовувати суслотварильний апарат з внутрішнім кип'ятильником - це дає змогу скоротити тривалість кип'ятіння;

7. Хміль буде пропонується використовувати гранульований - це дає змогу не передбачати встановлення хмелевідділювача, як при використанні шишкового хмелю;

8. Для економії енергії, використовується вторинна пара для підігріву сусла перед кип'ятінням з хмелем, завдяки енергозберігаючій установці.

					ВИСНОВКИ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3769-98 Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999–01–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с.
2. ДСТУ 3888-15 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 14 с.
3. ДСТУ 4621: 2006 Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови.[Чинний від 2008-03-01].Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 10 с.
4. ДСТУ 4965:2008 Рис. Технічні умови. [Чинний від 2013–01–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2013. 19 с.
5. ДСТУ 4282:2004 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
6. ДСТУ 7028:2009 Гранули хмелю. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держстандарт України, 2009. 22 с.
7. ДСТУ 7067:2009 Хміль. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 16 с.
8. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Вода питна. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010–12–05]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Державні санітарні правила і норми).
9. Домарецький В.А. Технологія солоду і пива: підруч. Київ: ІНКОС, 2004. 544 с.
- 10.Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підручник / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. // за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. Київ: НУХТ, 2012. 487 с.
- 11.Інтенсифікація використання хмелю у технології високогустинного пивоваріння з цукровмісними заміниками солоду / А.Є. Мелетьєв, О.І. Дерій, К.О. Додонова, І.М. Бабич // Пиво та пивоваріння. 2012. №4. с. 45-47.
- 12.Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-технологічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технології продуктів бродіння і виноробства» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ: НУХТ, 2012. 67 с. (№ 8116)
- 13.Ляшенко Н.І. Біохімія хмеля и хмелепродуктів/ Н.І. Ляшенко. Житомир: Полісся, 2002. 388 с.
- 14.Мелетьєв А. Є., Тодосійчук С. Р., Кошова В. М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв : підручник / за ред. А. Є. Мелетьєва. Вінниця : Нова Книга, 2007. 392 с.
- 15.Мелетьєв, А.Є. Технологія продуктів бродіння і напоїв: укр.-рос. тлумач. словник / А.Є. Мелетьєв. Київ: НУХТ, 2011.192 с.

					Список використаної літератури	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

16. Методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» дипломного проекту, магістерської роботи для студентів спеціальності 7.05170112, 8.05170112 «Технології харчування» денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс] / уклад. В. С. Гуць, О. А. Коваль. Київ : НУХТ, 2014. 67 с. (№ 55.17) .
17. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения / пер. с нем. Санкт Петербург: Профессия, 2007. 640 с.
18. Основи охорони праці: підруч. / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець та ін.// Під ред. М.П. Купчик, М.П. Гандзюк. К.: Основа, 2000. 416 с.
19. Проектування підприємств галузі [Електронний ресурс]: метод. рекомендації до вивчення дисципліни та для підготовки до практичних занять для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» спеціалізації «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. З.М. Романова, М.В. Карпугіна, А.М. Куц, Н.Я. Гречко Київ: НУХТ, 2016. 49 с.
20. Романова, З.М. Проектування підприємств галузі: конспект лекцій для студентів спеціальності 6.091700 «Технологія бродильних виробництв і виноробства» денної та заочної форм навчання/ З.М. Романова, М.В. Карпугіна. Київ : НУХТ, 2009. 62 с.
21. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах : навч. посібник / А.Є. Мелетьєв, В.А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук та ін. // під ред. А. Є. Мелетьєва. Київ : НУХТ, 2009. 256 с.
22. ДСТУ 4623:2006. Цукор білий. Технічні умови(Національний стандарт України). [Чинний від 2007-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
23. Для пива - Ферменти в Україні - ТОВ "НІКА ІВ" / "NІКА ІV" LLC веб-сайт [https:// nika-iv.com](https://nika-iv.com)) (дата звернення 02.06.2022)

					Список використаної літератури	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		