

**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 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2023 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 пивоварного заводу потужністю 10
млн дал пива на рік з використанням коренеплодів цикорію**

Виконав: здобувач 4 курсу,

групи ТБ-4-8

Камінський Аркадій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник Булій Юрій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент

Інна КАРПОВИЧ

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

(підпис)

Аркадій КАМІНСЬКИЙ

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

27 березня 2023 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

_____ Камінському Аркадію Сергійовичу _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивоварного заводу потужністю 10 млн дал пива на рік з використанням коренеплодів цикорію

Керівник роботи Булій Юрій Володимирович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 28 березня 2023 року № 196-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 05 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Сировина для виробництва пива: солод світлий (85 %), солод карамельний (15 %), ячмінне борошно (10 %), цикорій висушений (15 %), цикорій обсмажений (8 %).

4. Передбачити приготування трьох сортів пива: «Миколаївське світле» (11 %), «Миколаївське темне» (14 %) і «Миколаївське цикорне» (14 %).

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _ Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла. 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

Демонстраційний 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 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	11.04.23-08.05.23	Виконано
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.23-14.05.23	Виконано
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	1-а атестація	15.05.23	Виконано
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.23-21.05.23	Виконано
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	22.05.23-24.05.23	Виконано
9.	Охорона праці	25.05.23-27.05.23	Виконано
10.	Оформлення пояснювальної записки	28.05.23-05.06.23	Виконано

	2-а атестація	05.06.23	Виконано
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.23-15.06.23	Виконано
12.	Попередній розгляд роботи на кафедрі		Виконано
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	16.06.23-19.06.23	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Аркадій КАМІНСЬКИЙ

Керівник роботи, доцент

Юрій БУЛІЙ

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи «Проект варильного відділення пивоварного заводу потужністю 10 млн дал пива на рік з використанням коренеплодів цикорію».

У кваліфікаційній роботі було використано інноваційну технологію приготування сусла для проєктованих сортів пива з додаванням подрібнених коренеплодів висушеного та обсмаженого цикорію. В роботі приведені розрахунки продуктів та обладнання, розроблена схема технохімічного і мікробіологічного контролю технологічних процесів приготування сусла. Для приготування сусла для пива «Миколаївське світле» для гідролізу полісахариду інуліну в затір вносять ферментний препарат «Інулоаваморин П10Х» і здійснюють додаткову інулазну паузу за температури 55-56 °С протягом 25-30 хв.

Для приготування сусла для пива «Миколаївське цикорне» передбачено приготування водного екстракту обсмаженого цикорію в окремому екстракторі за температури 76-78 °С протягом 60 хв і гідромодулі 1:(5,5-6), який забезпечує вміст сухих речовин в екстракті 14 %, та подальше змішування екстракту з охмеленим сусликом, охолодженим до вищевказаної температури в односекційному пластинчастому теплообміннику. Обігрів екстрактора відбувається вторинною парою суслотварильного апарата. Технічне рішення виключає стадію кип'ятіння екстракту, що дозволяє зменшити втрати інуліну, фруктози, вітамінів, гірких і ароматичних речовин цикорію, а також виключити новоутворення ДМС у гідроциклонному апараті «Вірпул» і покращити якість готового пива.

Спосіб приготування пива «Миколаївське темне» не потребує додаткового обладнання і передбачає заміну карамельного солоду обсмаженим цикорієм. Останній в кількості 8 % від засипу завантажують на сита фільтраційного апарату, в якому під час фільтрування затору і промивання дробини відбувається екстрагування розчинних речовин цикорію за температури 78 °С.

Новим сортам пива притаманна приємна гіркота та гармонійний смак. Через підвищений вміст в коренеплодах цикорію гірких речовин використання висушеного цикорію дозволяє зменшити витрати коштовного гранульованого гіркохмелю на 20 %, а при використанні обсмаженого цикорію – на 10 %.

Крім того, використання цикорію дозволяє підвищити кормову цінність дробини, інтенсифікувати процес зброджування завдяки підвищеному вмісту амінного азоту для живлення дріжджів, зменшити собівартість готового пива, а також подовжити термін його зберігання.

Пояснювальна записка містить 70 сторінок; графічний матеріал включає демонстраційний плакат і апаратурно-технологічну схему.

Ключові слова: висушений цикорій, обсмажений цикорій, інулін, інулаза, коренеплоди, затирання, хміль, пивне суслик.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ANNOTATION

Subject "Project of the brewing department of the brewery with a capacity of 10 million dal of beer per year using chicory roots."

The diploma project presented an alternative technology for preparing wort for various types of beer, taking into account the characteristics of roasted and dried chicory. Calculations of products and equipment carried out, a scheme of technochemical and microbiological control of technological processes of wort preparation was developed. To prepare wort for "Mykolaivske Svitle" beer, with the purpose of hydrolysis of the inulin polysaccharide, the enzyme preparation "Diazim" is added inulase pause to the mash and the mash is additionally aged at a temperature of 55-56 °C for 25-30 minutes.

To prepare wort for "Mykolaivske tsikorne" beer, preparation of the aqueous extract of roasted chicory in a separate extractor at a temperature of 76-78 °C for 60 min and a hydromodule, which provides a solids content of 14%, and further mixing of the extract with hopped wort cooled to the above temperature are provided in a single-section plate heat exchange. The extractor heated by the secondary steam of the wort apparatus. The technical solution excludes the stage of boiling the extract, which allows to reduce the loss of inulin, fructose, vitamins, bitter and aromatic substances of chicory, as well as to exclude the formation of DMS in the "Whirlpool" hydrocyclone apparatus.

The method of brewing "Mykolaivske temne" beer does not require additional equipment and involves replacing caramel malt with roasted chicory. The latter, for 8% of the backfill, is loaded onto the sieves of the filtering apparatus, in which, during the filtering of the mash and washing of the grit, the soluble substances of chicory extracted at a temperature.

The new types of beer have a pleasant bitterness and a harmonious taste. Due to the high content of bitter substances in chicory roots, the use of dried chicory allows you to reduce the consumption of expensive granulated bitter hops by 20%, and roasted chicory by 10%.

The use of chicory makes it possible to increase the fodder value of the grain, intensify the fermentation process due to the high content of amino nitrogen to feed the yeast, and reduce the cost of the finished beer, as well as extend.

The explanatory note includes 70 pages, and the graphic material includes a demonstration poster and an apparatus-technological diagram.

Key words: dried chicory, roasted chicory, inulin, inulase, roots, mashing, hops, beer mash.

概要

トピック「チコリの根を使用して毎時1,000万ダルのビールを生産できる醸造所の醸造部門のプロジェクト」。

予選論文では、ローストおよび乾燥チコリの特性を考慮して、さまざまな種類のビール用の麦汁を調製するための代替技術が紹介されました。製品と設備の計算が実行され、麦汁調製の技術プロセスの技術化学的および微生物学的制御スキームが開発されました。多糖類イヌリンを加水分解するためにビール「Mykolaivske Svitle」用の麦汁を調製するには、酵素製剤「Diazim」をマッシュに加え、追加の一時停止（イヌラーゼ）を55~56°Cの温度で25分間行います。30分。

ビール「Mykolaivske tsikorne」用の麦汁を調製するには、別の抽出装置で76~78°Cの温度で60分間、ハイδροモジュール1:(7-10)でローストチコリの水性抽出物を調製します。乾物含量が14%であることを保証し、単一セクションのプレート式熱交換器で上記の温度に冷却されたホップ入り麦汁と抽出物をさらに混合します。抽出器は麦汁装置の二次蒸気によって加熱されます。この技術的解決策は、抽出物を煮沸する段階を排除することで、イヌリン、フルクトース、ビタミン、チコリの苦味および芳香物質の損失を軽減し、ワールプール液体サイクロン装置内でのDMSの生成を排除します。

Mykolaivske temne」というビールの醸造方法は追加の設備を必要とせず、カラメル麦芽の代わりにローストチコリを使用します。後者は、バックフィルの8%の量で濾過装置のふるいに投入され、マッシュの濾過とグリットの洗浄中に、チコリの可溶性物質が78°Cの温度で抽出されます。°C

心地よい苦みと調和のとれた味わいの新しいタイプのビールです。チコリの根には苦味物質が多く含まれているため、乾燥チコリを使用すると、高価な顆粒ビターホップの消費量を20%削減でき、ローストチコリを使用した場合は10%削減できます。

チコリの使用により、穀物の飼料価値が高まり、酵母に供給されるアミノ窒素の含有量が高いため発酵プロセスが強化され、完成したビールのコストが削減され、さらに貯蔵寿命が延長されます。

解説書は69ページ、グラフィック資料にはデモポスターと装置技術図が含まれます。

キーワード: チコリ、乾燥チコリ、ローストチコリ、イヌラーゼ、根、マッシング、ホップ、「ワールプール」。

ЗМІСТ
кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавр
за спеціальністю 181 «Харчові технології»
освітньої програми «Харчові технології та інженерія»
професійного спрямування «Технології продуктів бродіння і виноробства»
на 2022/23 навчальний рік
Пояснювальна записка

АННОТАЦІЯ (3 мови – українська, англійська та ін.).....	4
ВСТУП.....	8
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	10
1.1 Структура підприємства.....	10
1.2 Режими роботи.....	11
2 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ	
ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА.....	12
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	12
2.2 Принципова технологічна схема.....	13
2.3 Аналіз і вибір способів і режимів.....	15
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	26
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ,	
ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	28
3.1 Характеристика проекрованої продукції.....	28
3.2 Характеристика сировини.....	31
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	39
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	40
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	40
4.2 Продуктові розрахунки.....	42
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	49
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДАННЯ.....	51
6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ	
ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	59
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	68

Графічна частина

1. Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш формату А1 або А3 (захист в ЗООМ)
2. Демонстраційний плакат – 1 аркуш формату А1 або А3 (захист в ЗООМ)

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 10 млн. дал пива на рік з використанням коренеплодів цикорію		
Зм.	Арк.	Прізвище	Підпис	Дата			
Розробив		Камінський А.С.			Літера	Аркуш	Акрушів
Керівник		Булій Ю.В.			КР	7	70
Консультант					ЗМІСТ		
Консультант					НУХТ ННІХТ, 2023		
Зав.кафедри		Куц А.М.					

ВСТУП

В кваліфікаційній роботі передбачено приготування світлих і темних проєктованих сортів пива, збагачених біологічно-активними речовинами рослинного походження з використанням коренеплодів цикорію. Найціннішим компонентом цикорію є інулін – полісахарид, який має лікувально-профілактичні властивості, але, на відміну від крохмалю, легко засвоюється діабетиками. Його вміст у свіжих коренеплодах становить 60,8-65,0 %, у висушених – 55,6-59,7 %, в обсмажених – 25,6-28,0 % в перерахунку на суху речовину (СР). Інулін має низьку калорійність. За його присутності збільшується термін зберігання готового пива. Кінцевим продуктом гідролізу інуліну є фруктоза. Цикорій містить значну кількість інулідів, пектину, клітковини, органічних кислот, амінного азоту, амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів, цінні гіркі речовини (глікозид інтибин, лактуцин, лактопикрин, атараксатол), вміст яких в свіжих коренеплодах становить 0,18-0,32 % на СР, а показник гіркоти – 1:600. Розробка технологічних процесів виробництва товарного продукту є ключовим елементом успішної роботи пивоварної галузі бродильної промисловості. Досягнення високої якості напівпродуктів та товарної продукції, заощадження матеріально-енергетичних ресурсів та зниження витрат на виробництво повинні бути головними пріоритетами у розробці технологічних процесів. Оцінка ефективності виробництва, якість продукції та економічні показники є важливими факторами, які впливають на успішність підприємства.

Мета роботи – розробка рецептури проєктованих сортів світлого і темного пива, проєктування принципової та апаратурно-технологічної схеми для їх виготовлення, вибір і обґрунтування режимів для реалізації обраних способів, схеми мікробіологічного і технічного контролю у варильному відділенні і заходів з техніки безпеки під час приготування пивного сусла.

Для вирішення поставленої задачі і приготування пива «Миколаївське світле» в затір задають висушений подрібнений цикорій та ферментний препарат інулазу і здійснюють додаткову паузу для гідролізу інуліну, після чого затір витримують за температури 55-56°C протягом 20-30 хв, після чого температуру затору підвищують до 63°C і витримують мальтозну паузу протягом 30 хв. Після цього температуру доводять до 70°C, затір витримують до повного оцукрення крохмалю та інуліну. Далі оцукрений затір нагрівають до температури 76°C і фільтрують. Отримане сусло кип'ятять з хмелем, освітлюють, охолоджують і перекачують у відділення ферментації. При кип'ятінні сусла витрати гіркої хмелю зменшують від 20 до 14-16 г/дал за рахунок внесення у сусло гірких речовин цикорію.

Для приготування пива «Миколаївське цикорне» затір із світлого солоду фільтрують у фільтраційному апараті, на сита якого попередньо засипають обсмажений цикорій в кількості 8 % від маси солоду. За температури фільтрування і промивання дробини 76-78°C протягом 3,5-4 год відбувається ефективно вишування екстрактивних речовин цикорію.

Для підвищення якості пива «Миколаївське цикорне» шляхом виключення термічної обробки екстрактивних речовин обсмаженого цикорію і зменшення втрат інуліну, фруктози, гірких і ароматичних речовин, вітамінів в технологічній схемі передбачено приготування його водного екстракту при температурі 75-78°C в екстракторі і змішування водного екстракту з охмеленим суслим після його

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

охолодження до цієї температури. Для підтримання вказаної температури обігрів екстрактора здійснюють вторинною парою сусловарильного апарата.

Пиво «Миколаївське темне» готують класичним способом з додаванням карамельного солоду на стадії затирання.

Згідно обраної технологічної схеми транспортування солоду та несолодженої сировини відбувається механічними засобами (за допомогою норії та стрічкового транспортеру). Подрібнення солоду відбувається на дробарці мокрої помелу, що дозволяє забезпечити цілісність оболонок, які в подальшому слугують фільтрувальним шаром у фільтраційному апараті. Для затирання солоду і несолодженої сировини (ячменю) обрано одновідварний спосіб. Підкислення затору до рН 5,1-5,2 здійснюється додаванням у затір розчину молочної кислоти.

Освітлення сусла відбувається у гідроциклонному апараті «Вірпул», охолодження до початкової температури бродіння - у двохсекційному пластинчастому теплообміннику.

Використання корнеплодів цикорію дозволяє отримати нові сорти світлого і темного пива підвищеної біологічної цінності та стійкості, зменшити собівартість готового пива за рахунок зменшення витрати хмелю на 20-30 % і заміни коштовного карамельного солоду обсмаженим цикорієм.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Обсяг пояснювальної записки кваліфікаційної роботи складає 70 сторінок формату А4. Графічна частина складається із 2 аркушів формату А1 (апаратурно-технологічна схема, і демонстаційний плакат).

					ВСТУП	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

Під структурою апарату управління підприємством розуміють сукупність лінійних та функціональних органів управління, а також систему їх зв'язків та взаємодій. Загальна структура підприємства являє собою сукупність підрозділів основного виробництва та інфраструктури.

Генеральний директор, згідно з законодавством України, повинен виконувати функціональні обов'язки щодо здійснення керівництва усіма видами діяльності підприємства.

Головний інженер, заступник генерального директора, головний бухгалтер, голова відділу кадрів і начальники підрозділів – організують роботу і ефективну взаємодію виробничих одиниць, цехів та інших структурних підрозділів підприємства. Забезпечують виконання господарських договорів: програми оновлення та удосконалення асортименту, підвищення якості продукції, освоєння нових видів продукції; плану капітального будівництва, усіх зобов'язань перед, постачальниками, замовниками та банками; виконання рішень конференції акціонерів. Організують діяльність підприємства, створюють умови для всебічного підвищення технічного рівня і якості продукції, раціональних і економічних витрат усіх видів ресурсів для забезпечення високого рівня прибутку. Удосконалюють заходи для використання знань і досвіду працівників, створюють для працівників безпечні і здорові умови праці, забезпечують дотримання вимог законодавства України з охорони довкілля.

Начальники підрозділів, заступники директора та офісний персонал працюють з понеділка по п'ятницю з 8⁰⁰ до 17⁰⁰. Начальники зміни, майстри та персонал, який безпосередньо слідкує за протіканням процесу виробництва, працюють у дві зміни на добу, по дванадцять годин кожна.

Основними виробничими підрозділами заводу є:

- приймальне відділення;
- відділення подрібнення сировини;
- варильне відділення;
- ферментаційне відділення;
- лабораторія;
- цехи розливу у скляну тару, PET-пляшки, алюмінієві банки та кеги.

Допоміжні підрозділи підприємства:

- транспортний підрозділ;
- механічна майстерня;
- заводська їдальня;
- будівельний підрозділ;
- котельня;
- компресорна;
- цех по виробництву діоксиду вуглецю.

Обслуговуючі підрозділи підприємства:

- сировинний склад;
- склад порожньої тари;
- склад готової продукції;
- очисні споруди

					СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.2 Режими роботи

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 табл. 1.1

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

2. ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції

Світлі і темні сорти пива відрізняються за органолептичними та фізико-хімічними характеристиками, які залежать від рецептури та обраних технологічних режимів. Для виробництва високоякісного пива важливо забезпечити якісну сировину, обрати ефективну технологію приготування сусла, встановити сучасне обладнання, забезпечити ефективний контроль технологічних режимів на кожній стадії приготування сусла, вхідний контроль сировини, технологічний та мікробіологічний контроль напівфабрикатів та готової продукції, а також здійснювати процеси у автоматизованому режимі.

Для виконання кваліфікаційної роботи передбачається виробництво трьох сортів пива, які мають незвичайний смак та аромат і виготовляються з використанням світлого солоду, карамельного солоду, ячменю, а також висушеного і обсмаженого цикорію.

Таблиця 1.1- Асортимент проекрованої продукції.

Тип пива	Обсяг виробництва, за рік		
	Обсяг річного виробництва, млн дал	Відсоток від загальної кількості, %	Розливають, %
Миколаївське світле 11,0 %	4500000	45	75% у скляні пляшки (0,5 дм ³), 25% у кеги (30 дм ³)
Миколаївське темне 14,0 %	2500000	25	
Миколаївське цикорне 14,0 %	3000000	30	
Всього	10 000 000	100	

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2.2. Принципова технологічна схема

Принципові технологічні схеми приготування пивного сусла для світлого і темного пива з використанням висушених і обсмажених коренеплодів цикорію наведені на рисунках 2.1 і 2.2.

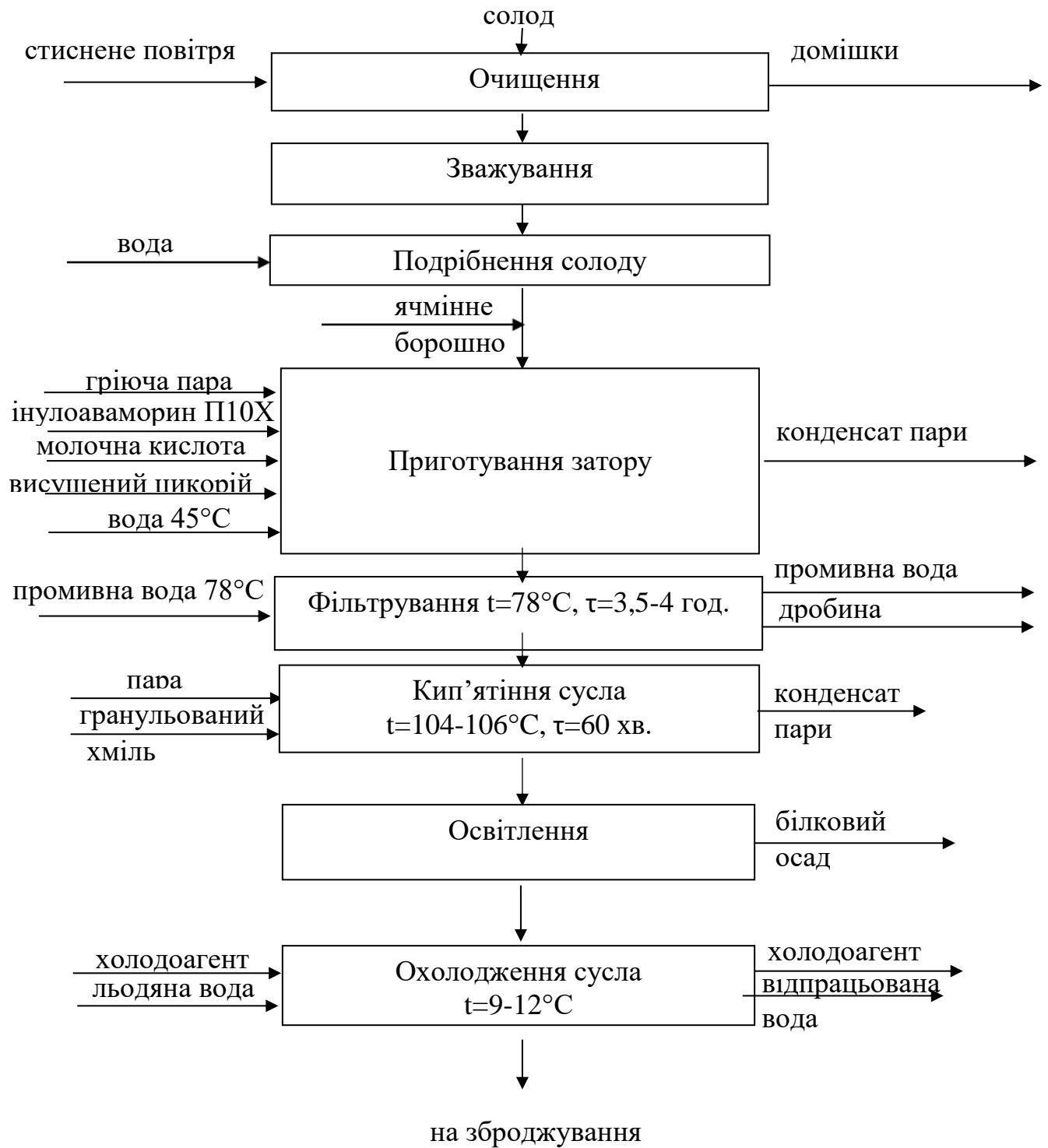


Рис. 2.1. Принципова технологічна схема приготування світлого пивного сусла з висушеним цикорієм.

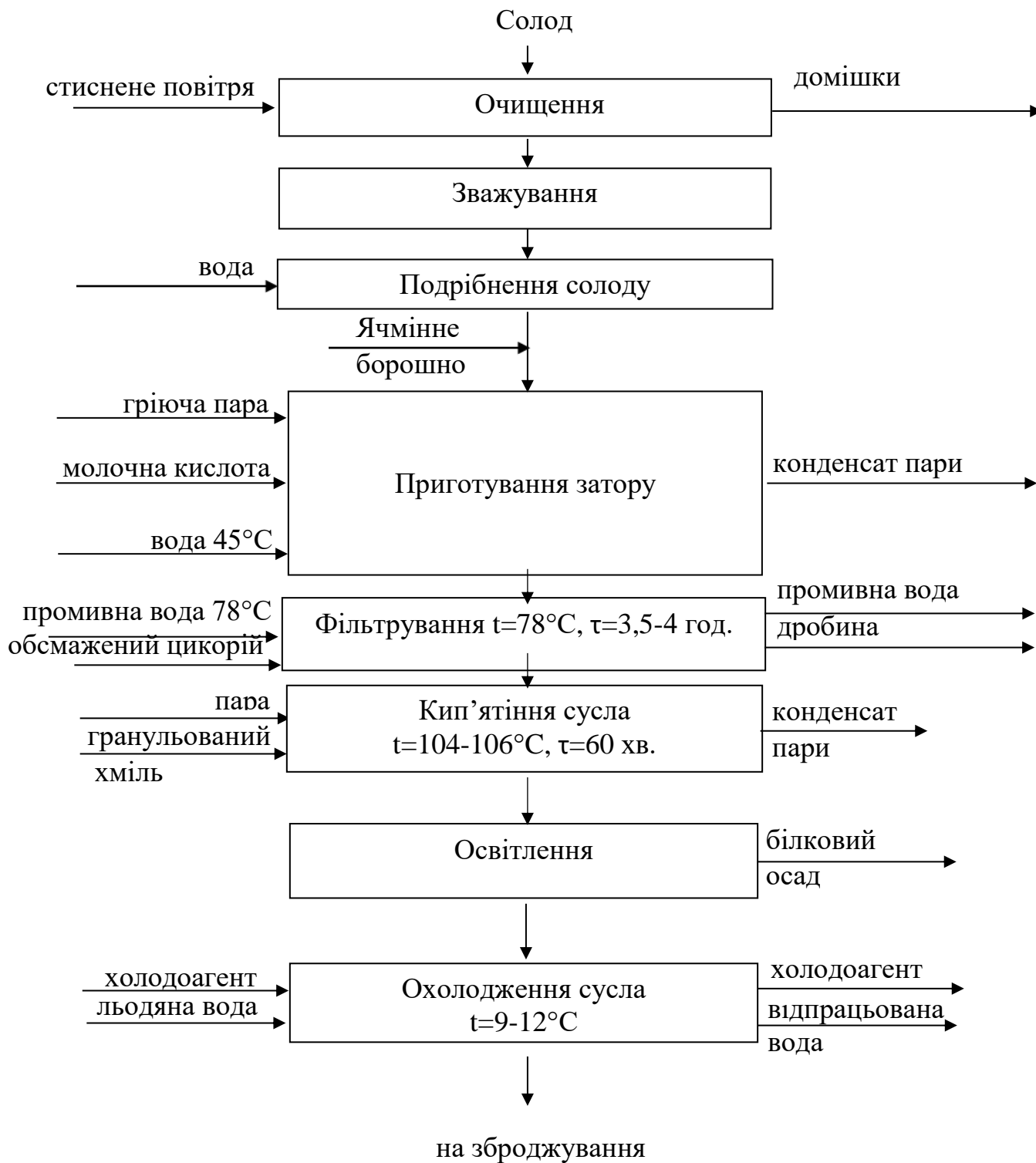


Рис. 2.2. Принципова технологічна схема приготування темного пивного суслу з обсмаженим цикорієм.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2.3 Аналіз і вибір способів та режимів

Транспортування

Виділяють дві групи транспортних засобів: механічні та пневматичні. В останніх сипучі матеріали переміщуються по трубопроводах потоком повітря.

Механічні засоби транспортування. Переміщення матеріалів при цьому способі здійснюється механічним шляхом. Розрізняють наступні види механічного транспорту:

- 1) норії або елеватори для вертикального переміщення;
- 2) шнекові транспортери;
- 3) скребкові ланцюгові транспортери;
- 4) стрічкові транспортери для горизонтального переміщення.

Норія. Для транспортування солоду найчастіше використовують ланцюгові елеватори або стрічкові елеватори з гратчастим приводом. Вони дозволяють виключити сповзання стрічки через налипання вологого пророщеного матеріалу.

Враховуючи невелике енергоспоживання й рентабельність, норії стали широко поширеними. Також до переваг саме цього транспорту можна віднести легке обслуговування, безпечність в експлуатації та потребу в мінімальному догляді та ремонті.

Недолік норії — нижня частина норії (черевик) ніколи повністю не спорожняється, що надзвичайно погано позначається, коли одним і тим же підйомником піднімають різні види сипучих матеріалів. А також у разі збою електропостачання, норія під вагою наповнених ковшів почне рух у зворотний бік. Зважаючи на це потрібно монтувати спеціальний блокуючий пристрій.

Шнековий транспортер. Для горизонтального транспортування ячменю і солоду застосовують шнековий транспортер. По жолобу, що виготовлений зі сталевих листів та закритий від стороннього проникнення, рухається сталевий шнек (гвинт). Проміжні опори встановлені через кожні 2-3 м, щоб виключити провисання. Оскільки привід валу відбувається від двигуна, число обертів валу — менше 100 об./хв, то потрібен двигун з редуктором.

Під час обертання шнек ячмінь чи солод переносяться до розташованих знизу шиберів, щоб спорожніти. Воно здійснюється шляхом простого відкривання одного з шиберів. Для уникнення перевантаження шнека жолоб має бути заповнений не більше ніж на одну третину.

Недолік: між жолобом і гвинтом шнека повинен бути завжди зазор від 3 до 5 мм, саме тому повне звільнення жолобу неможливе. Переваги: попри значні енерговитрати, цей вид горизонтального транспорту цілком рентабельний. Зважаючи на це саме його використовують для транспортування солоду на короткі відстані.

Стрічкові транспортери (конвеєри) являються основним типом машин безперервного транспорту, які набули широкого застосування в різних галузях промисловості, завдяки своїм високим експлуатаційним якостям: високій продуктивності, можливістю транспортування вантажів на велику відстань, простоти конструкції, високій надійності, відносно невеликій вазі.

Перевагами стрічкових конвеєрів являються: легкість обслуговування, відносно велика довжина транспортування від одного привода, безшумність при роботі, невелика питома витрата електроенергії, можливість автоматизації.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До недоліків цих конвеєрів відносяться : їх висока вартість , невеликий термін служби стрічки, обмежений кут нахилу.

Пневматичні засоби транспортування. Для транспортування безтарних сипучих матеріалів разом з механічним транспортом на солодових і пивоварних підприємствах застосовують пневматичне обладнання. У них зерно (ячмінь або солод) транспортуються потужним повітряним потоком по трубопроводах. Цей потік утворюється в результаті роботи роторних пелюсткових повітродувок чи вентиляторів високого тиску.

Переваги пневматичного транспорту наступні:

- 1) переміщення великої маси сировини;
- 2) невелика потреба в площах;
- 3) в установці не залишається залишків;
- 4) здатність пневматичних трубопроводів вигнатися.

У технологічній схемі для транспортування зернопродуктів та несолодженої сировини використовуємо механічний транспорт — норію та стрічковий транспортер.

Подрібнення солоду

Метою подрібнення є створення найсприятливіших умов для дії води і ферментів на фракції помелу, прискорення фізико-біохімічних процесів розчинення речовин зернопродуктів та ферментативного перетворення нерозчинних сполук (крохмалю, білків) у розчинні для максимального переходу екстрактивних речовин у сусло під час затирання.

Ступінь подрібнення зернопродуктів відіграє важливу роль для ефективного затирання солоду і несолодженої сировини і фільтрування затору. Розрізняють сухе, кондиційоване і мокре подрібнення.

Сухе подрібнення солоду здійснюють на чотирьох- і шестивалкових дробарках, обладнаних ефективною аспірацією. Шляхом регулювання щілини між валками отримують помел оптимального складу. Подрібнений солод – це суміш частинок, які за розмірами і зовнішнім виглядом поділяють на 4 фракції: оболонку (лузгу) 15-18 %; крупну 18-22 % і дрібну крупку 30-35 %; борошно 25-35 %. При більш тонкому помелі зерна внаслідок сильного ущільнення лузги сповільнюється фільтрування затору у фільтраційному апараті.

Несолоджені зернопродукти подрібнюють на двохвалкових дробарках. У випадку використання фільтр-пресу для подрібнення сировини використовують молоткові дробарки або дезінтегратори.

Кондиційоване подрібнення. В бункер дробарки завантажують солод, в якому протягом 60 с зерна зволожуються водою температурою 50-55 °С. Зволожений солод подається в нижню частину дробарки, де подрібнюється на валках. Через підвищення вологості оболонок зерен до 15-20 % вони стають еластичними і під час подрібнення залишаються цілими.

Мокре подрібнення. Перевагою мокрого подрібнення є те, що оболонки солоду зволожуються водою температурою 30-50° С до вологості 30-32 %, стають більш еластичними і не руйнуються. Воду, що стікає донизу, за допомогою насоса повертають на повторне зволоження солоду. Таким чином процес триває 30-40 хв. При цьому відбувається рівномірне зволоження зерен до вологості 30 %, набухання зерен (збільшуються їх в об'ємі на 30-40 %) і активація гідролітичних

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ферментів. Замочене зерно подрібнюють на валках, зазор між якими становить 0,45 мм. Затір отримують легкий і пухкий, а фільтрування протікає швидше, тривалість цього процесу зменшується.

Кондиційоване і мокре подрібнення здійснюють у випадку використання фільтраційного апарату. Їх перевагами є можливість збереження цілісними оболонки зерна, що містять лігнін, поліфенольні та гіркі речовини, петозани, алкалоїд горденін, дубильні, гіркі та зольні речовини, які при подрібненні можуть переходити у сусло та погіршувати смак і колір сусла та пива. Оптимальною для подрібнення зерна є вологість 6 % і більше, за якої оболонки стають еластичними.

В кваліфікаційній роботі було передбачено встановлення дробарки мокрою подрібнення для збереження цілісності оболонок зерна та їх еластичності.

Затирання солоду

Першою основною стадією приготування пивного сусла є затирання солоду і несолодженої сировини при гідромодулі (1:4)-(1:2,5). Наприклад, при гідромодулі 1:3 (на 3 Гл води 100 кг засипу) отримують сусло з вмістом сухих речовин 20 %. Зазвичай готують більш щільний затір, ніж задана концентрація сухих речовин у початковому суслі, з вмістом сухих речовин 16-20 %. Це дає змогу здійснювати промивку дробини для вилучування екстрактивних речовин і розбавлення початкового сусла до заданої концентрації.

Метою затирання є переведення у розчин якомога більшої кількості сухих розчинних (екстрактивних) речовин. Для цього необхідно створити сприятливі умови для дії гідролітичних ферментів (цитолітичних, амілолітичних і протеолітичних ферментів).

Основними засобами регулювання ферментативних процесів при затиранні є температура, рН середовища і інактивація ферментів шляхом кип'ятіння частини затору. На стадії затирання продовжуються ферментативні процеси, які розпочалися під час пророщування ячменю.

Важливими температурними паузами при затиринні є: початок затирання при температурі 40-45 °С для розрідження затору під дією цитолітичних ферментів; температура 50-52 °С - білкова пауза, оптимальна для дії протеолітичних ферментів (пептидаз); 55-56 °С – інулазна пауза для гідролізу інуліну; пауза 62-63 °С для дії β-амілази (мальтозна пауза) і 70 °С для дії α-амілази. Температура 72 °С є граничною для оцукрювання затору, вона близька до температури руйнування α-амілази, але при температурі 78 °С ще відбувається утворення декстринів. Змінюючи температуру, тривалість температурних пауз і рН, можливо змінювати вихід екстракту, одержувати задані співвідношення між окремими продуктами гідролізу крохмалю і білків.

Способи затирання. Виділяють дві групи способів затирання: настійні та відварні. З метою приготування затору із солоду в залежності від його якості і типу пива застосовують настійний, одно-, дво- і тривідварний способи затирання.

Настійний спосіб застосовують за умови використання високоякісного солоду з високою амілолітичною активністю, а також для одержання сусла для верхового бродіння. Для його реалізації зернопродукти змішують з водою, нагрітою до температури 40-45 °С, в заторному апараті у співвідношенні (гідромодулі) 1:4 і витримують при працюючій мішалці 20-30 хв. (цитазна пауза).

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Протягом наступних 20-30 хв. температуру затору піднімають до 50-52 °С (білкова пауза), далі – до температури 63-65 °С з витримкою 10-30 хв. (мальтозна пауза) з подальшим нагрівом до температури 70-72 °С і витримкою затору для оцукрювання, але не більше 60 хв. Оцукрений затір нагрівають до 76-78 °С і перекачують у фільтраційний апарат або подають у фільтр-прес на фільтрування.

При цьому способі вихід екстракту нижчий, ніж при відварному, але в заторі краще зберігаються амілолітичні та протеолітичні ферменти, в суслі міститься більше амінокислот і мальтози, менше декстринів. Спосіб дозволяє зменшити витрати гріючої параи для проведення процесу затирання в порівнянні з відварними способами.

Затирання з відварками застосовують при переробці солоду низької якості, а також при приготуванні затору з використанням несолодженої сировини. Для реалізації відварних способів необхідною умовою є встановлення двох заторних апаратів (заторного і відварного).

Відбір густої частини затору і кип'ятіння відварок має такий вплив:

- через швидке нагрівання білки тієї частини затору, яку кип'ятять, менше розщеплюються;
- підвищується ступінь клейстеризації та розрідження крохмалю;
- відбувається сильніше вилужування речовин, що містяться в м'якніжних оболонках;
- утворюється більше меланоїдинів;
- посилено випаровується диметилсульфід;
- відбувається зменшення вмісту ферментів у об'єднаному заторі.

Для відварювання використовують, по можливості, найбільш густу частину затору. Для отримання світлого пива затір кип'ятять 10–15 хв, темного пива – 20–30 хв. Використання відварних способів потребує збільшення ереговитрат на 20 % в порівнянні з настійним способом.

Одновідварний спосіб. Спосіб затирання з однією відваркою доцільно використовувати для переробки солоду з високою оцукрювальною здатністю й добре розчиненого солоду. Схема одновідварного способу може бути наступною: початок затирання при 37 °С та повільне нагрівання до 52 °С (або початок затирання відразу за цієї температури); пауза при 52 °С та нагрівання всього затору до 63 °С, наступна довша пауза (утворення мальтози). Відділення та кип'ятіння відварки – 15–30 хв. Потім з'єднання відварки з залишком затору з подальшим підвищенням температури до 76 °С і дооцукрюванням.

Двовідварний спосіб найбільш поширений. Спосіб дозволяє переробляти солод різної якості, змінювати температурний режим залежно від якості солоду та підвищити вихід екстракту. У заторний апарат набирають воду 1/2-1/3 від необхідної для приготування затору, вмикають мішалку, засипають подрібнений солод і додають решту води. Температура затору досягає 50-52° С. При цій температурі його витримують 15-30 хв. Далі у відварний апарат спускають приблизно 1/2-1/3 густої заторної маси, підігривають її при перемішуванні до температури 63° С, вимикають мішалку і нагрівання. Тривалість мальтозної паузи 15-30 хв. Потім відвар підігривають до температури 70° С при перемішуванні, перекривають подачу пари, зупиняють мішалку й при цій температурі витримують 20-30 хв. для оцукрювання. Масу відвару швидко нагрівають до

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

кипіння і кип'ятять 15-30 хв. Цю частину затору називають першим відваром. При працюючих мішалках у заторному й відварному апаратах перший відвар повільно перекачують в основний затір. Після змішування основного затору з першим відваром температуру маси встановлюють у межах 62-63° С і при ній витримують протягом 10-15 хв. Потім 1/3 густої заторної маси перекачують у відварний апарат, нагрівають до кипіння і кип'ятять від 5 до 20 хв. залежно від якості солоду та сорту пива.

Тривалість кип'ятіння відвару подовжують при переробці погано розчинного солоду та приготуванні темного пива. Після кип'ятіння цю частину затору, тобто другий відвар, повільно, при неповному заповненні труби, що з'єднує два заторних апарати, повертають до основної маси. Далі температуру всього затору підвищують до 70° С і залишають у спокої на 30 хв. У разі неповного оцукрювання роблять паузу при 72° С і витримують скільки потрібно, після чого затір нагрівають до температури 76-77° С і перекачують на фільтрування.

Тривідварний спосіб. Спосіб затирання з трьома відварками найбільш складний і тривалий (до 5,5 год.) і потребує підвищених енерговитрат. Його застосовують у випадку переробки темного солоду або солоду з низькою ферментативною активністю для приготування темних сортів пива.

Подрібнений солод і воду змішують так, як і на початку затирання з одним або двома відварами. Температуру води визначають з таким розрахунком, щоб температура затору становила 35-37 °С. Після ретельного перемішування 1/3 затору (густу частину) відбирають у відварний апарат (перший відвар) і нагрівають до кипіння з паузами: 5-10 хв. при температурі 50° С, 20-30 хв. – при температурі 63° С, до оцукрювання – при температурі 70° С. Тривалість кип'ятіння відвару для світлих сортів пива становить 15-20 хв., темних – 30-45 хв. Більш тривале кип'ятіння сприяє поліпшенню оцукрювання затору й посиленню інтенсивності його забарвлення. По закінченні кип'ятіння відвар повільно перекачують у заторний апарат, при цьому температура загальної маси підвищується до температури 52-53° С. Після витримування затору протягом 15 хв. відбирають 1/3 його маси (густа частина) у відварний апарат (другий відвар). Оскільки маса другого відвару складається частково з першої і непрокип'яченої частини основного затору, в яких уже відбулися ферментативні процеси, другий відвар нагрівають так: спочатку повільно до температури 70° С для оцукрювання, а потім швидко до кипіння й кип'ятять 15-20 хв. Поверненням другого відвару в заторний апарат температуру загального затору підвищують до 63-68°С.

Для солоду з більшою тривалістю оцукрювання затір витримують при температурі 63-68° С протягом 20 хв. За цей час він повністю оцукрюється і досягається необхідне співвідношення між кінцевими та проміжними продуктами гідролізу крохмалю й білків. Метою проведення третього відварювання є підвищення температури всього затору та інактивація ферментів. Тому на третє відварювання необхідно відбирати рідку частину затору, в якій концентрація ферментів вища, ніж у густій. Для цього мішалку заторного апарата вимикають і дають можливість дробині осісти, потім 1/2 рідкої частини спускають у відварний апарат, де швидко доводять її до кипіння й кип'ятять 10-20 хв., а потім повертають у заторний апарат. По закінченні перемішування температуру всього затору встановлюють на рівні 70° С. Після 30-хвилинної витримки перевіряють повноту

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		20

оцукрювання. При неповному оцукрюванні затір витримують ще при 72° С, потім нагрівають до температури 76-77° С і передають його на фільтрування.

За тривідварного способу кип'ятіння зазнає до 75 % всього затору, за двовідварного до 60 % і одновідварного – до 50 %.

- 1) 35-45 °С – кислотна пауза;
- 2) 50-53 °С – білкова пауза і пауза для розщеплення β-глюкана;
- 3) 55-56 °С – інулазна пауза для гідролізу полісахариду інуліну;
- 3) 62-63 °С – мальтозна пауза;
- 4) 70-76 °С – пауза оцукрення;
- 5) 78 °С – температура закінчення затирання.

Інулін легко гідролізується при нагріванні з водою або в присутності органічних (оцтової, винної) і неорганічних кислот. При неповному гідролізі утворюється дисахарид інулібіоза (1-β-D-фруктофуранозил-D-фруктоза), при повному — фруктоза. Гідроліз інуліну відбувається під дією відповідних ензимів — інулаз або β-фруктофуранозидаз. Під дією ферменту інулаза в результаті гідролізу інуліну утворюється 95 % фруктози і 5 % глюкози.

Для гідролізу інуліну використовують фермент інулазу (або інуліназу). Ефективним ферментним препаратом для гідролізу інуліну є інулоаваморин П10Х, який отримують на основі мікроміцету *Aspergillus awamori* 2250. Встановлено що оптимальна доза цього ферментного препарату становить 14 од. на 1 г інуліну. Оптимальна температура для процесу гідролізу полісахариду 55-56°С. У порівнянні з ферментним препаратом ксилоглюканофоетедин П10Х тривалість гідролізу інуліну скорочується від 4 год до 40 хв. [17]

Залежно від способу затирання і температурних пауз процесу можливо отримати сусло різного складу і, відповідно, різні сорти пива. Для приготування світлих сортів пива затирання зернопродуктів необхідно здійснювати таким чином, щоб внаслідок оцукрювання в заторі утворювалась максимальна кількість зброджуваних цукрів (глюкози і мальтози) для більш глибокого збродження, а для темних сортів пива – більше декстринів. Загальним для всіх режимів є те, що під час нагрівання швидкість підвищення температури повинна становити приблизно 1° С за 1 хв. [12]

В кваліфікаційній роботі було обрано одновідварний спосіб затирання.

Фільтрування затору

Фільтрування затору – відокремлення сусла від дробини з найменшими втратами екстрактивних речовин. Процес розділення затору на рідку і тверду фази протікає у дві послідовні стадії: фільтрування першого (основного) сусла та промивання дробини для вилучування екстрактивних речовин, які в ній утримуються. Фільтрування здійснюють у фільтраційних апаратах або фільтр-пресах. Оптимальний склад фракцій помелу при роботі на фільтр-апараті (%): оболонки – 15-18, крупна крупка – 18-22, дрібна крупка – 30-35; борошно – 25-35.

Для ефективного фільтрування затору у фільтраційному апараті необхідне рівномірне розподілення дробини по всій поверхні сит. Під час промивання дробини для прискорення процесу дифузії дробину перемішують розпушувачем і безперервно зрошують гарячою водою температурою 76-78 °С. Використання води вищої температури призводить до інактивації амілази, сприяє клейстеризації крохмалю, який залишився у кінчиках солодових зерен, і помутнінню сусла. В

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесі фільтрування затору за вказаної температури відбувається дооцукрення крохмалю. Перше сусло і промивні води повинні бути прозорими.

Фільтрування сусла у фільтраційному апараті складається з таких операцій: заливка сит водою температурою 76-78 °С і прогрівання апарату (15 хв), перекачування затору (20 хв), формування фільтруючого шару і відстоювання затору (25-30 хв), пропускання кранів і повернення мутного сусла (10 хв), фільтрування першого сусла (90 хв), промивання дробини до вмісту в ній сухих речовин 0,5 % (120 хв), вивантаження дробини (25 хв). На першій стадії фільтрування затору у фільтраційному апараті отримують 70 % від загальної кількості сусла.

Кількість води для промивання дробини залежить від кількості та концентрації першого сусла, а також від концентрації охмеленого сусла після його кип'ятіння. Наприклад, для 12%-го пива має місце наступне співвідношення (таблиця 1). Тривале промивання дробини та повторне використання останньої промивної води підвищують вихід екстракту, але погіршують якість пива. Якщо останні промивні води використовуються повторно, то їх слід обробляти активним вугіллям.

У випадку використання фільтр-пресу солод подрібнюють на молоткових дробарках (отримують солод тонкого помелу). Фільтрування таких заторів відбувається у автоматизованому режимі протягом 100-110 хв. Перше сусло фільтрується протягом 30-35 хв; при цьому отримують 85-90 % від загальної кількості сусла. Друга стадія (промивання дробини водою температурою 76-78 °С) триває 75-90 хв. за тиску 0,25-0,28 МПа. Під час промивання періодично перевіряють масову частку сухих речовин у промивній воді. Процес закінчують, коли їх вміст становитиме 0,5-0,7 %. Залишки промивної води видаляють стисненим повітрям, фільтр розбирають, а дробину скидають у жолоб для подальшого її транспортування шнеком. Фільтр промивають, серветки миють і сушать. Повний цикл роботи фільтр-преса триває 240 хв.

Для приготування пива «Миколаївське темне» було передбачено екстрагування водорозчинних речовин обсмаженого цикорію на стадії фільтрування затору і промивання дробини. Цей процес відбувається у фільтраційному апараті, тому в кваліфікаційній роботі для фільтрування заторів було обрано фільтраційний апарат «Whirpool».

Кип'ятіння сусла

Метою кип'ятіння сусла є його охмелення під час кип'ятіння сусла з хмелем і стабілізація його складу. Під час кип'ятіння сусла відбуваються процеси видалення надлишкової вологи до заданої концентрації, екстрагування з хмелю гірких та ароматичних речовин, ізомеризація гірких кислот хмелю, інактивація ферментів, коагуляція білків, екстрагування і коагуляція поліфенолів, стерилізація сусла, видалення небажаних ароматичних речовин і диметилсульфіду (ДМС) та ін.

Процеси, що відбуваються під час кип'ятіння сусла з хмелем наведені нижче.

1. Розчинення і перетворення складових частин хмелю. Пиво отримує потрібну гіркоту в результаті ізомеризації α -кислоти в ізо- α -кислоту.

Для виробництва пива застосовують гранульований хміль, оскільки він дозволяє зберегти його цінні компоненти в порівнянні з шишкованим. Хміль потрібно вносити звертаючи увагу на норми гірких речовин. На початку кип'ятіння задають гіркі сорти хмелю, а ароматичні за 15-20 хв до закінчення кип'ятіння.

2. Утворення з'єднань білкових та дубильних речовин, їх коагуляція. У суслі

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відбувається повне розчинення дубильних речовин хмелю і солоду, які потім зв'язуються з білками сусла. У цьому разі дубильні речовини солоду активніші, ніж хмелеві. Дубильні речовини частково перебувають в окисленій формі, а білкові речовини мають різну величину молекул, це призводить до утворення різних сполук.

3. *Випаровування надлишкової води.* Чим більше води буде випаровуватися, тим більшою кількістю води потрібно було раніше промивати дробину. Це означає, що більш інтенсивне випаровування вносить внесок у поліпшення виходу екстракту.

4. *Стерилізація сусла.* З пиллом із солоду в затор потрапляє велика кількість різних мікроорганізмів, які якщо їх не знищити, можуть швидко викликати псування пива. При кип'ятінні сусла всі мікроорганізми, що містяться в суслі гинуть.

5. *Руйнування (іноктивація) ферментів.* Під час кип'ятіння сусла спостерігається іноктивація ферментів, що ще збереглися в невеликих кількостях. Зважаючи на до складу сусла більше не можуть входити подальші неконтрольовані зміни.

6. *Підвищення кольорності сусла.* У результаті кип'ятіння сусло стає темнішим, оскільки в ньому спостерігається утворення меланоїдинів і окислення дубильних речовин, які призводять до зростання кольорності сусла.

7. *Підвищення кислотності сусла.* Кислотність сусла підвищується, так як при кип'ятінні утворюються меланоїдини, які дають кислу реакцію і, крім того, деяку частину кислотності вносить хміль. Багато важливих для пивоварного виробництва процесів краще і швидше протікають при пониженому значенні рН.

8. *Видалення ДМС і небажаних летких ароматичних речовин.* В процесі кип'ятіння метіонін перетворюється в альдегід, який потім перетворюється в диметилдисульфід (ДМС), а потім в метилмеркаптан.

9. *Ізомеризація альфа-кислот.* В киплячому суслі структура α -кислот витримує перебудову, яка називається ізомеризацією. Ізомеризовані сполуки, що виникли, мають значно більшу розчинність, ніж вихідні α -кислоти.

Одночасно відбуваються такі процеси: утворення редуруючих речовин, зростання колірності та кислотності, видалення легко летючих компонентів, особливо тих, що негативно впливають на сенсорний профіль пива.

Найголовнішим процесом при варінні сусла є охмелення, тобто переведення до сусла хмельових речовин. У більшості цінних речовин хмелю обмежена розчинність, а декотрі з них, наприклад, хмельове масло, майже не розчиняються у суслі.

Гіркі речовини (хмельові смоли) є найбільш цінними для пива. Вони окрім володіння низькою розчинністю, ще й здатні певною мірою адсорбуватися на поверхні білково-дубильних комплексів і видалятися із сусла, саме тому й мають дуже низьке виробниче використання. Відомо, що гумулони (α - фракція) і його гомологи, як і лупулони (β -фракція) переходять до сусла у вигляді своїх ізомерів.

Найбільш важливими є ізомери гумулонів (ізогумулон, ізокогумулон, ізоадгумулон, іноді ізопрегумулон й ізопостгумулон), що можуть надавати пиву основну частину гіркоти.

Головним чином на застосування гірких речовин хмелю впливають наступні чинники: склад гірких речовин, кількість дози хмелю, ступінь ізомеризації, зворотне видалення ізомерів із сусла разом з брухом, час кип'ятіння та його інтенсивність, рН.

Внесення хмелю відбувається у три прийоми. У першу чергу вносять гіркий хміль, для того щоб при його переробці максимально використати високий потенціал

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

α -кислоти. Далі вносять гірко-ароматний хміль, в останню чергу за 10-15 хв до кінця кип'ятіння вносять ароматний хміль, оскільки він містить хмелеві летючі олії.

На сьогодні застосовують наступні види хмелю: натуральний шишкований хміль, гранульований хміль або хмельовий екстракт.

За видом обігріву сушварильні апарати поділяють на:

- 1) з прямим обігрівом;
- 2) з паровим обігрівом;
- 3) з обігрівом гарячою водою (гідрокип'ятіння).

Способи кип'ятіння сусла з хмелем. Кип'ятіння сусла за атмосферного тиску. В основі даного способу лежить нагрів сусла до температури кипіння за атмосферного тиску (100 °С). Тривалість цього процесу – 90 хв. *Переваги:* простий спосіб приготування й невисока вартість обладнання. *Недолік:* якість отриманого сусла значно гірша, чим при використанні сучасних методів кип'ятіння, більш тривалий час кип'ятіння, підвищені витрати гріючої пари.

Кип'ятіння сусла за низького надлишкового тиску. Для даного способу використовують сушварильні апарати, які виготовлені у вигляді герметичних котлів. Вони розраховані на максимальний надлишковий тиск 0,05 МПа, а також оснащені потрібною запобіжною арматурою на той випадок, якщо відбудеться перевищення тиску й необхідно буде створити вакуум. Обігрів сусла здійснюється завдяки виносному чи внутрішньому кип'ятильнику. Конденсатор вторинної пари розраховується за рівнем тиску в котлі, тому може застосовуватися вища температура вторинної пари.

За цього способу сусло кип'ятиться протягом 60-70 хв за температури 104–106°С. Ступінь випаровування вологи при цьому становить майже 6 %.

Якщо кип'ятіння відбувається у виносному кип'ятильнику, який розташований поза межами апарату, то сусло для перекачування сусла встарновлюють насос. Якщо ж використовується внутрішній кип'ятильник, то сусло нагрівається у сушварильному апараті циркулює у апараті без насосу.

Для оцінки критерію якості швидкості протікання реакцій і поведінки основних компонентів екстракту при кип'ятінні сусла на сьогоднішній день застосовують характеристику часу напіврозпаду для розщеплення попередника ДМС. Важливими показниками характеристики процесу кип'ятіння слугують температура і час кип'ятіння. Чим вищою є температура і чим тривалішим є його кип'ятіння, тим більш небажаним є термічне навантаження. Проте при всьому цьому мають відбутися такі процеси: гіркі речовини хмелю повинні максимум ізомеризуватися й стати розчинними; попередники ДМС мають за можливості повністю розщепитися.

Кип'ятіння за надлишкового тиску відбувається наступним чином:

- 1) підігрів до 100 °С протягом 15 хв;
- 2) попереднє кип'ятіння при 100 °С приблизно 10 хв;
- 3) підігрів до 104–106 °С протягом 10–15 хв;
- 4) кип'ятіння під тиском при 104–106 °С близько 15–20 хв;
- 5) зниження тиску і температури до 100 °С протягом 15 хв;
- 6) наступне кип'ятіння при 100 °С близько 10 хв.

Кип'ятіння сусла з використанням гарячої води (гідрокип'ятіння).

Можна нагрівати дуже сильно воду під тиском, але при цьому не випаровувати, і далі застосовувати цю гарячу воду за температури 160–170°С для

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА З ВИКОРИСТАННЯМ ВИСУШЕНИХ КОРНЕПЛОДІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

обігрівання сушварильного апарата. Даний спосіб дозволяє заощадити на втратах, які виникають через збір і зворотню подачу конденсату. Проте необхідний значно більший діаметр труб, більші затрати енергії, ніж за використання пари, тому що пара більш рухлива, чим рідина. Тепловіддача від пари до стінки відбувається набагато краще, ніж від гарячої води. Зважаючи на це, на сьогодні кип'ятіння завдяки гарячій воді застосовують рідше, ніж звичайне кип'ятіння з обігрівом парою.

Кип'ятіння за низького надлишкового тиску з виносним кип'ятильником.

У сушварильному апараті з виносним кип'ятінням сушло циркулює через кип'ятильник, який розташований поза котлом, і виконує 7-8 об/год. Сушло необхідно весь час відбирати з нижньої частини сушварильного апарата та перекачувати насосом через виносний кип'ятильник.

У вигляді виносного кип'ятильника найчастіше застосовують кожухотрубний теплообмінник, рідше – пластинчастий теплообмінник. Через труби пропускається сушло, а із зовнішньої сторони труб протитечією рухається пара. При нагріванні сушла пара буде охолоджуватися і конденсуватися.

Для проведення кип'ятіння сушла можна використовувати два способи:

1. весь апарат знаходиться під невеликим надлишковим тиском, вторинна пара відводиться через перепускний клапан; перевагою виступає підвищена температура вторинної пари;

2. сушло в котлі кип'ятиться без тиску, вторинна пара відводиться також без надлишкового тиску, проте всередині виносного кип'ятильника сушло кипить при підвищеному тиску, відповідному температурі кипіння 104–106 °С.

Кип'ятіння за низького надлишкового тиску з внутрішнім кип'ятильником.

Нагрів сушла відбувається в сушварильному апараті з внутрішнім кип'ятильником і не потребує додаткового обладнання (трубопроводів, циркуляційного насосу), виключає необхідність ізоляції цього обладнання; дозволяє зменшити витрати електроенергії для перекачування сушла і його циркуляції; запобігає підвищенню кольорності сушла, у порівнянні з виносним кип'ятильником; зменшує потребу у виробничих площах для установки обладнання, яка має вищу вартість монтажу обладнання. За допомогою циркуляційного насоса та розподільчого екрану можна здійснювати максимальне випаровування та виділення небажаних ароматичних речовин разом з надлишковою вологою, розщеплювати попередники ДМС і видаляти вільний ДМС під час кип'ятіння сушла до нормативних значень (60 мкг/дм³).

Під час нагрівання в трубах кип'ятильника сушло рухається знизу до верху за температури, нижчої 100 °С, і при цьому, рухаючись вгору, воно нагрівається. На внутрішній стінці труб спостерігається утворення наступних зон: зона початку утворення бульбашок пари, потім вона переходить у зону неповного пароутворення і вже в більш широкій зоні проходить пароутворення по всьому об'єму сушла, тоді як ззовні пара віддає свою енергію пароутворення (ентальпію) і конденсується, а шар конденсату, який стікає вниз, стає більш товстим і заважає теплопередачі.

В кваліфікаційній роботі використовується спосіб динамічного кип'ятіння сушла за низького надлишкового тиску, тому що його використання дозволяє прискорити перебіг ряду біохімічних процесів перетворення речовин, а також знизити саму тривалість кип'ятіння від 90 до 60 хв., завдяки цьому зменшити витрати пари на 30 %, понизити

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА З ВИКОРИСТАННЯМ ВИСУШЕНИХ КОРНЕПЛОДІВ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентрацію ДМС до нормативних значень, підвищити потенціал вторинної пари сушловарильного апарату для обігрівання екстрактора.

Приготування водного екстракту обсмаженого цикорію

Для приготування сусла для темного пива «Миколаївське Цикорне» передбачено екстрагування обсмаженого цикорію з охолодженим до температури 76-78 °С охмеленим сушлом. Водний екстракт обсмаженого цикорію отримують в екстракторі, що зображений на рис. 2.3 [1]. Екстрагування проводять протягом 60 хв при гідромодулі 1:5,5-1:6. Вміст сухих речовин у водному екстракті становить 14%, як у пивному суслі.

Даний спосіб дозволяє виключити процес кип'ятіння водного екстракту, завдяки чому зменшити втрати цінного полісахариду інуліну, гірких речовин цикорію і ароматичних летких речовин що дозволяє підвищити якісні показники сусла і пива.

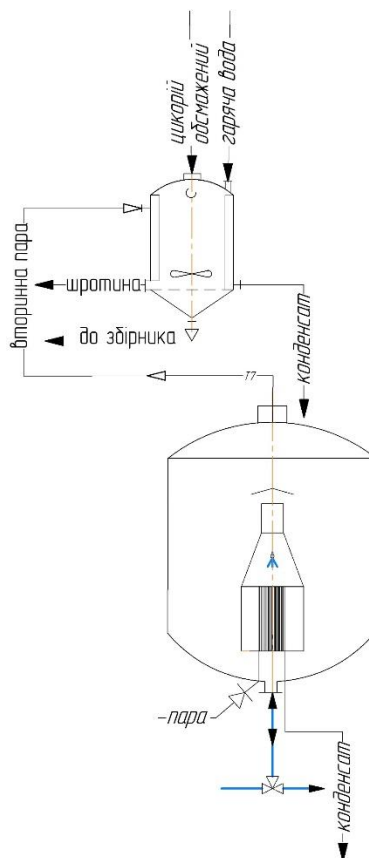


Рис. 2.3. Технологічна схема приготування водного екстракту обсмаженого цикорію

Обігрів екстрактора відбувається вторинною парою сушловарильного апарату.

Освітлення сусла

Суспензії гарячого сусла за якісним складом представляють переважно скоагульовані в процесі кип'ятіння білки, які перейшли з розчинної в нерозчинну форму, та гіркі хмелеві речовини. Ці суспензії досить великі — їх розмір становлять 20–80 мкм. Необхідність їх видалення із сусла визначається тим, що вони забруднюють бродильні апарати, блокують дріжджові клітини під час бродіння, надають пиву неприємну грубу гіркоту, містять жирні кислоти солоду та сприяють втратам з білковим відстоєм.

Зазвичай вміст гарячих суспензій білкового відстою в процесі освітлення зменшують від 6000–8000 до 100 мг/дм³. Для освітлення сусла на пивоварних заводах найчастіше використовують гідроциклонні апарати — циліндричний резервуар з невеликим конусом посередині або з похилим днищем. Гаряче сусло

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подається в апарат у вигляді струменя тангенційно і з відносно великою швидкістю (15-20 м/с), внаслідок чого воно набуває обертового руху, і під дією доцентрової сили зважені частинки осідають на дно апарата і видаляються у вигляді білкового осаду.

Гідроциклонний апарат «Вірпул» представляє собою посудину циліндричної форми з конічною кришкою і плоским днищем. На обичайці корпусу на відстані 900 мм від днища приварени вхідний патрубок для нагнітання сусла. Для збільшення швидкості потоку патрубок виконаний у вигляді завуженого сопла, яке роташоване під кутом 30° до дотичної обичайки корпусу. Струмінь потоку спрямовується тангенціально, тому всередині апарату відбувається обертання сусла. Під дією гідродинамічних сил зважені частинки збираються в центрі днища, утворюючи осадовий конус. Після освітлення сусла (приблизно через 20 хвилин) починають його відкачку насосом, відкриваючи спочатку крани патрубків на рівні сусла.

В даній кваліфікаційній роботі для освітлення сусла було обрано гідроциклонний апарат «Вірпул».

Охолодження сусла

Оскільки бродіння протікає за температури 9–12°C, то гаряче сусло після охолодження потрібно піддавати охолодженню. Цей технологічний процес проводять у двохсекційному пластинчастому теплообміннику. Під час охолодження у суслі проходять ряд процесів, що здатні впливати на швидкість бродіння і доброджування. До них відноситься: охолодження сусла, аерація сусла.

За допомогою насоса сусло температурою 92–95°C подають на пластинчастий теплообмінник, який розділений на дві секції. У першій секції охолодження відбувається льдяною водою, а в другій – холодоагентом. Охолоджене сусло подають на зброджування.

У сучасному виробництві для охолодження сусла до температури бродіння застосовують пластинчасті теплообмінники.

В кваліфікаційній роботі для охолодження сусла перед зброджуванням використано двохсекційний пластинчастий теплообмінник.

2.4. Опис апаратурно-технологічної схеми

Норією 1 сировина подається на стрічковий транспортер, з якого світлий солод надходить в бункер добового запасу 3, карамельний солод в бункер добового запасу 4, ячмінь в бункер добового запасу 5. Солод з бункера направляє в повітряно-ситовий сепаратор 6. Після повітряно-ситового сепаратора солод подається в магнітний сепаратор 7 для видалення метаєвих домішок. Солод і несолоджена сировина зважується на автоматичних вагах 8 після чого подається в бункери на одну варку 9 та 10. Солод подається на дробарку мокрою подрібнення 11, а несолоджена сировина (ячмінь) на двовальцеву дробарку 12. В передзаторний апарат 13 поступає подрібнений ячмінь, заторним насосом 14 з якого перекачується в заторний апарат 15. В заторний апарат також подається вода зі збірників та розчин молочної кислоти для підкислення затору. Для приготування пива Миколаївське світле в заторний апарат завантажують висушений цикорій і ферментний препарат Інулоаваморин П10Х. Для гідролізу інуліну здійснюють додаткову інулазну паузу за температури 55-56°C. Після температурних пауз готовий затір перекачують відцентровим насосом 14 у фільтраційний апарат 16. В

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фільтраційному апараті 16 відбувається розділення затору на рідку і тверду (дробина) частини. Перше мутне сусло повертають у фільтраційний апарат 16, а прозоре-в проміжний збірник 18. Після фільтрування затору у фільтраційний апарат 16 подають гарячу промивну воду температурою 76-77°C для промивання дробини. Вилужування екстрактивних речовин із дробини проводять до їх вмісту 0,5-0,8%. Дробину подають в збірник 17 з якого вона направляється на реалізацію, а промивну воду в збірник 19. У збірнику 19 промивну воду підігрівають до температури 70°C і повторно використовують для змішування подрібненим ячменем в передзаторному апараті 13. Прозоре сусло зі збірника 18 подають у сусловарильний апарат 20 в якому відбувається кип'ятіння сусла з хмелем. Охмелене сусло поступає в гідроциклонний апарат «Вірпул» тангенційно, в якому освітлюється від білкового осаду і залишків хмелю. Далі освітлене сусло охолоджується в двохсекційному теплообміннику до температури 9-12°C і перекачується на зброджування.

Для приготування пива «Миколаївське темне» на сита фільтраційного апарату попередньо завантажуються висушений цикорій в кількості 8% із засипу. Під час фільтрування затору і промивання дробини відбувається екстрагування водорозчинних речовин цикорію за температури 76-78°C. Для приготування пива «Миколаївське Цикорне» готують водний екстракт обсмаженого цикорію в окремому екстракторі за температури 76-78°C при гідромодулі 1:5,5-1:6. Концентрація сухих речовин у екстракті становить 14%. Для обігріву екстрактора використовують вторинну пару сусловарильного апарату, яка надходить в його рубашку. Охмелене сусло після сусловарильного апарата 20 охолоджують в односекційному пластинчатому теплообміннику за температури 76-78°C і далі змішують з водним екстрактом цикорію в збірнику з мішалкою.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

3.1. Характеристика проекрованої продукції

Рецептура проектованих сортів пива наведена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рецептури проектованих сортів пива

Сорт пива	Солод світлий, %	Солод карамельний, %	Ячмінне борошно, %	Цикорій висушений, %	Цикорій обсмажений, %
Миколаївське світле 11,0 %	85	-	-	15	-
Миколаївське темне 14,0 %	75	15	10	-	-
Миколаївське цикорне 14,0 %	80	-	12	-	8

Органолептичні показники проектованих сортів пива наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники проектованих сортів пива

Показники	Миколаївське світле 11,0%	Миколаївське темне 11,0%	Миколаївське цикорне 14,0%
	Фільтроване		
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду і сторонніх включень		
Смак	Притаманний сорту пива солодовий аромат та аромат хмелю зі збалансованою гіркотою	Приємна гіркота пива та насичений смак солоду з яскравим карамельним присмаком.	Слодкий аромат солоду, притаманний даному типу пива з міцною, чуттєвою гіркотою у смаку.
Аромат	Аромат, який відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів і присмаків		
Піноутворення	Висота піни, не менше, мм - 20,0 піностійкість, не менше, хв - 2,0.	Висота піни, не менше, мм - 30,0 піностійкість, не менше, хв - 2,0.	Висота піни, не менше, мм - 30,0 піностійкість, не менше, хв - 2,0.

Фізико – хімічні показники проектованого пива відповідають вимогам ДСТУ 3888-15, які наведені в таблиці 3.3 [24].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Закінчення таблиці 3.4

Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), БГКП	Не допускаються в 3 см ³	Не допускаються в 10 см ³	Не допускаються в 1 см ³	Не допускаються в 10 см ³	Згідно нормативної документації
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних м.о., не більше ніж КУО/см ³	—	—	—	5*10 ²	Згідно нормативної документації
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела	Не допускаються в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³	Згідно нормативної документації

Вимоги щодо вмісту токсичних елементів та N-нітрозамінів наведені у табл. 3.5

Таблиця 3.5 – Вміст токсичних елементів у тиві [23].

Назва токсичного елементу	Допустимі рівні, не більше, мг/кг	Метод випробування
Ртуть	0,005	Згідно нормативної документації
Залізо	15,0	Згідно нормативної документації
Миш'як	0,2	Згідно нормативної документації
Мідь	5,0	Згідно нормативної документації
Свинець	0,3	Згідно нормативної документації
Кадмій	0,03	Згідно нормативної документації
Цинк	10,0	Згідно нормативної документації
N-нітрозаміни	0,003	Згідно нормативної документації

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3.2 Характеристика сировини

Основною сировиною, що використовується для виробництва пивного сусла, є солод, ячмінне борошно, хміль і вода. Для виробництва пива «Миколаївське світле» (11% СР) «Миколаївське темне» (14% СР) та «Миколаївське Цикорне» (14% СР) додатково було використано висушений цикорій, карамельний солод та обсмажений цикорій відповідно.

Вся основна і допоміжна сировина має відповідати діючій нормативно-технічній документації. Органолептичні та фізико-хімічні показники використаних у виробництві сортів солоду мають відповідати вимогам ДСТУ 4282:2018 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови», що наведені в таблицях 3.6 – 3.9 [25].

Таблиця 3.6 – Органолептичні показники світлого ячмінного солоду

Назва показника	Характеристики світлого і темного солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих та пошкоджених зерен
Колір	Для солоду високої якості – від світло-жовтого до жовтого. Для солоду I та II класу дозволено сірувато-жовтий.
Запах	Солодовий, більш концентрований у темного солоду. Не дозволено кислий, запах плісняви та інші.
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній присмак (горілий, пригорілий).

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні показники світлого солоду

Назва показника	Норма для типів солоду		
	Світлого		
	Високої якості	I класу	II класу
1	2	3	4
Просів через сито (2,2×20) мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5
Кількість зерен, %:			
-мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0
-склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0
-темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0
Масова частка вологи (вологість), %, не більше	4,0	5,0	5,8

1	2	3	4
Масова частка екстракту в СР солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0
Різниця мас. часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0 – 1,5	1,6 – 2,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у 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	-
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75 – 0,7	0,69 – 0,65	0,64 – 0,55
Тривалість оцукрювання, хв., не більше	10	15	25
Лабораторне сушло: Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води або в одиницях ЕВС	Не більше 0,16 Не більше 3,2	Не більше 0,23 Не більше 4,0	Не більше 0,4 Не більше 6,6
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм ³ на 100см ³ сусла	0,9 – 1,1	0,9 – 1,2	0,9 – 1,3
Прозорість (візуально)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесценція
Кінцева ступінь зброджування, %	79 – 81	75 – 78	74 – 70
В'язкість, МПа·с, за 20°С	1,45 – 1,54	1,55 – 1,60	1,61 – 1,78

Таблиця 3.8 – Органолептичні показники карамельного солоду

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, яка не містить плісневілих зерен і зернових шкідників.
Колір	Від світло-жовтого до буруватого з глянцевою відливою
Запах	Солодовий. Не допускається пригорілий, плісневілий.
Смак	Солодовий. Не допускається пригорілий і гіркий.
Вигляд зерна на зрізі	Коричнева маса, яка спеклася. Не допускається обвуглена маса.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники карамельного солоду

Назва показника	Норма для солоду	
	1 клас	2 клас
Масова частка вологи, %, не більше	6,0	6,0
Масова частка екстракту в СР солоду, %, не менше	75,0	70,0
Кількість карамельних зерен, %, не менше	93,0	25,0
Масова частка смітних домішок, %, не більше	0,5	0,5

Ячмінь пивоварний повинен відповідати вимогам ДСТУ 3769-98, які наведені в табл. 3.10 [30].

Таблиця 3.10 - Органолептичні та фізико-хімічні показники ячменю

№ з/п	Показники	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують в пивоварінні	
		1 класу	2 класу
1	Колір	Світложовтий або жовтий	Світложовтий, жовтий або сірувато-жовтий
2	Запах	Присутній нормальному зерну, без затхлого солодового	
3	Вологість, %, не більше	14,5	15,0

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

4	Натура, г/дм ³ , не менше	Не регламентується	
5	Маса 1000 зерен, г, не менше	40,0	38,0
6	Масова частка білка, %, не більше	11,0	11,5
7	Смітна домішка, %, не більше	1,0	2,0
8	мінеральна домішка	0,5	0,5
9	Галька	0,1	0,1
10	Шлак і руда	0,05	0,05
11	Зіпсовані зерна	У границях норми загального вмісту смітної домішки	
12	Вівсюг	У границях норми загального вмісту смітної домішки	
13	Кукіль	0,3	0,3
14	фузаріозні зерна	Не допускається	
15	шкідлива домішка	0,2	0,2
16	в тому числі:		
17	ріжки і сажка	0,1	0,1
18	ходесма сива	Не допускається	
19	Зернова домішка, %, не більше	2,0	5,0
20	Дрібні зерна, %, не більше	5,0	7,0
21	Крупність, %, не менше	85,0	70,0
22	Здатність до проростання, %, не менше	95,0	92,0
23	Життєздатність, %, не менше	95,0	95,0
24	Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем 1 ступеня	

За органолептичними та фізико-хімічними показниками технологічна вода повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною.» наведеним в таблицях 3.11-3.12 [3].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 3.11 – Органолептичні показники технологічної води

Назва показника	Норматив	Метод випробовування
Запах при 20°C і при нагріванні до 60°C, бали, не більше	2	Згідно нормативної документації
Смак і присмак при 20°C, бали, не більше	2	Згідно нормативної документації
Колірність, градуси, не більше	20	Згідно нормативної документації
Мутність за стандартною шкалою, мг/дм ³ , не більше	1,5	Згідно нормативної документації

Таблиця 3.12 – Фізико-хімічні показники технологічної води

Назва показника	Норматив	Метод випробовування
Водневий показник, рН	6,0-9,0	Вимірюється рН-метром будь-якої моделі зі скляним електродом з похибкою вимірювань не більше 0,1 рН
Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,3	Згідно нормативної документації
Загальна жорсткість, мг · екв/дм ³ , не більше	7,0	Згідно нормативної документації
Марганець, мг/дм ³ , не більше	0,1	Згідно нормативної документації
Мідь, мг/дм ³ , не більше	1,0	Згідно нормативної документації
Поліфосфати, мг/дм ³ , не більше	3,5	Згідно нормативної документації
Сульфати, мг/дм ³ , не більше	500	Згідно нормативної документації
Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	1000	Згідно нормативної документації
Хлориди, мг/дм ³ , не більше	350	Згідно нормативної документації
Цинк, мг/дм ³ , не більше	5,0	Згідно нормативної документації

Вода повинна відповідати мікробіологічним показникам, що наведені в ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною.» наведеним в таблицях 3.13 і 3.14 [3].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Таблиця 3.13 – Мікробіологічні показники технологічної води

№ п/п	Показники	Норма
1	Число мікроорганізмів в 1 см ³ води, не більше	100
2	Число бактерій групи кишкової палички в 1 дм ³ (колі – індекс), не більше	3
3	Колі – титр	300

Таблиця 3.14 – Токсикологічні показники технологічної води

№ п/п	Назва хімічного відновника	Норма
1	Алюміній залишковий, мг/л не більше	0,5
2	Миш'як, мг/л не більше	0,05
3	Нітрати, мг/л не більше	45
4	Свинець, мг/л не більше	0,03
5	Стронцій, мг/л не більше	0,7
6	Хлор залишковий, мг/л не більше	0,5
	- вільний - зв'язаний	1,2

Хміль гранульований повинен відповідати вимогам ДСТУ 4099-02 «Хміль гранульований. Технічні умови.» наведеним в таблиці 3.15 [27].

Таблиця 3.15 – Фізико-хімічні показники хмелю гранульованого

№ п/п	Показники	Норма
1	Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислот), % у сухій речовині, не менше	10-14
2	Масова частка хмельових домішок, %, не більше	0,5
3	Масова частка води, %, не більше	12,0
4	Масова частка сірчастого ангідриду, % у сухій речовині	0,5
5	Масова частка золи, % у сухій речовині, не більше	0,6
6	Вміст не хмельових домішок	Не дозволено
7	Наявність плісняви	Не дозволено
8	Масова частка токсичних елементів, мг/кг, не більше	
	- свинець	10, 0
	- кадмій	0, 5
	- ртуть	0, 1
	- миш'як	0, 5

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Показник якості гіркої хмелю повинен відповідати ДСТУ 4097.2-2002 «Хміль гіркий спресований. Технічні умови.» наведеним в таблиці 3.16 [27].

Таблиця 3.16 – Показники якості хмелю гіркої

Колір	Вміст α -к-ти в перерахунку на абс. СР, % не менше	Вміст вологи, % не більше	Вміст хмельових домішок, % не більше	Вміст насіння, % не більше
Зелений, жовто-зелений, жовтий з коричневими плямами, бурий	2,5	3,5	5,0	4,0

Цикорій за фізико-хімічними показниками повинен відповідати вимогам ДСТУ 4753:2007, які наведені в таблиці 3.17 [29].

Таблиця 3.17 – Фізико-хімічні показники цикорію

Назва показника	Норма для коренеплодів цикорію		
	Сирого	Висушеного	Обсмаженого
Вміст інуліну на суху речовину, %	14-17	51,7-59,7	5,7-24,7
Показник гіркоти	1:600		
Вміст вологи, %	73-75	12-14	2,0-4,4
Водорозчинні екстрактивні речовини, %	75-80	78-80	44-65
Мінеральні речовини, %	0,9	1,2-1,4	5,82-9,0
Загальний азот, %	1,2	1,2	0,58-0,84
Білку, %	1,4	1,4	3,56-5,28
Редукуючих цукрів, % до інверсії після інверсії	15	15	4,56-10,24 6,57-18,15
Кольорність по шкалі фотоелектрокалориметра	-	-	2,8-4,0

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Вміст вітамінів, макро- та мікроелементів у цикорію наведені в таблицях 3.18 і 3.19 [29].

Таблиця 3.18 – Вміст вітамінів

Вітамін	Вміст на 100 г
А	6 мкг
Е	2,26 мг
К	297,6 мкг
С	5 мг
В1 (тіамін)	0,06 мг
В2 (рибофлавін)	0,1 мг
В5 (пантотенова кислота)	1,16 мг
В6 (піридоксин)	0,241 мг
В9 (фолієва кислота)	110 мкг
РР (ніаци)	1,02 мг
Холін	12,8 мг

Таблиця 3.19 – Вміст макро- та мікроелементів

Мікроелементи	Вміст на 100 г	Макроелементи	Вміст на 100 г
Залізо	0,9 мг	Калій	420 мг
Марганець	233 мкг	Кальцій	100 мг
Мідь	77 мкг	Магній	30 мг
Селен	0,3 мкг	Натрій	45 мг
Цинк	0,42 мг	Фосфор	47 мг

3.3 Характеристика основних та допоміжних матеріалів

У виробництві пива використовують допоміжні матеріали та речовини, які дозволені Міністерством охорони здоров'я України та передбачені технологічною інструкцією.

Серед таких матеріалів є:

- ферментні препарати, ДСТУ 4457:2005;
- стабілізатори стійкості, ДСТУ 3888-99;
- молочна кислота, ДСТУ 4621:2006;
- сірчана кислота, ГОСТ 2184-77;
- соляна кислота, ГОСТ 857-95;
- аскорбінова кислота, ГОСТ 4815-76;
- діоксид вуглецю рідкий, ДСТУ 4817:2007;
- силікагель АК-300, ГОСТ 3956-76;
- ортофосфорна кислота, ГОСТ 10678-76;
- фільтрувальний картон, ГОСТ 10678-76;
- гіпс;
- кремнезем.

В процесі виробництва пива допускається використання харчових продуктів та матеріалів, які дозволені Міністерством охорони здоров'я України або відповідною нормативною документацією. Основним таким матеріалом є дріжджі, які повинні мати певні характерні властивості, такі як осмофільність, термофільність, високу седиментацію та високий ступінь зброджування.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Продуктивність заводу, що проектується – 10 млн. дал пива на рік.
Асортимент готової продукції:

Пиво «Миколаївське світле» (11 %) - готується із 85 % світлого солоду і 15 % висушеного цикорію.

Пиво «Миколаївське темне» (14 %) - готується з 75 % світлого солоду 15 % карамельного солоду і 10 % ячмінного борошна.

Пиво «Миколаївське Цикорне» (14 %) - готується з 80 % світлого солоду, 12 % ячмінного борошна і 8 % обсмаженого цикорію.

Частка кожного сорту пива від загального об'єму виробництва становить:

1. «Миколаївське світле» - 45 %;
2. «Миколаївське темне» - 25 %;
3. «Миколаївське Цикорне» - 30 %.

Таблиця 4.1 – Характеристика сировини

Сировина	Вологість, %	Екстрактивність, % в перерахунку на СР	Насипна маса, кг/м ³
Солод світлий	4,5	79,0	530
Карамельний солод	5,5	77,0	520
Ячмінне борошно	13,0	80,0	720
Цикорій висушений	12,0	78,0	560
Цикорій обсмажений	5,0	75,0	540

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

Під час розрахунку продуктів виробництва необхідно враховувати втрати на кожній стадії виробництва пива.

Постадійні орієнтовані втрати наведені в таблиці 4.2 .

Таблиця 4.2 – Втрати при виробництві пива

Втрати	Пиво з масовою часткою початкового суслу, %		
	«Миколаївське світле» 11%	«Миколаївське темне» 14%	«Миколаївське Цикорне» 14%
Екстракту: - з пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	1,75	2,2	2,2

- під час охолодження, на замочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,8	6,0	6,0
У цеху бродіння, % від об'єму бродіння сусла	2,5	2,3	2,3
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива в тому числі під час фільтрування	2,3	2,5	2,5
	1,1	1,1	1,1
Під час розливу, % від об'єму фільтрованого пива: -у пляшки (за вирахуванням поверненого пива) -кеги (так само як у пляшки)	2,5	2,5	2,5
	0,5	0,5	0,5
Середньозважені під час розливу 75 % — у пляшки, 25 % — у кеги	1,53	1,53	1,53
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до товарного пива)	12,0	12,5	12,5
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у варильному цеху, приведеного до 20°C)	8,3	8,8	8,8
Під час пастеризації пива в пляшках, % від об'єму пастеризованого пива	2,2	2,2	2,2

Проектна потужність пивзаводу 10 млн дал пива на рік, з яких:

1. 45 % пива світлого, з концентрацією СР у початковому суслі 11 % (4,5 млн дал пива на рік).
2. 25 % пива темного, з концентрацією СР у початковому 14 % (2,5 млн дал пива на рік).
3. 30 % пива темного, з концентрацією СР у початковому суслі 14 % (3 млн дал пива на рік).
4. У розрахунках виходу сусла у варильному цеху враховують, що об'єм сусла в процесі охолодження зменшується на 4 %

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

4.2 Продуктові розрахунки

Вихід товарного пива визначаємо за формулою:

$$V_T = \frac{V_B \times V_6 \times V_D \times V_P}{100 \times 100 \times 100 \times 100} \times 100, \%$$

де V_B, V_6, V_D, V_P - вихід напівпродуктів з рідкою фазою в цехах відповідно варильному, бродіння, доброджування і розливу.

Розрахунок проводиться у відповідності до сучасних норм проектування бродильного обладнання – типу ЦКТ, то норми втрат пива на зброджування - доброджування для апарата враховуватимуться для величини V_6 й становлять 4 %.

Крім того, втрати при фільтруванні, для всіх трьох сортів пива приймемо – 1,1%.

Середньозважені витрати під час розливу, від об'єму фільтрованого пива (75% - у пляшки та 25% - кеги) будуть наступні, % :

$$1,88 \times 0,75 + 0,5 \times 0,25 = 1,53 \%$$

Втрати у варильному відділі з пивною дробиною, під час охолодження, на змочування трубопроводів приймемо наступні, % :

1. для 11 % - 5,8 % об. гарячого суслу;
2. для 14 % - 6,0 % об. гарячого суслу;
3. для 14 % - 6,0 % об. гарячого суслу.

З вище вказаних умов можливо розрахувати вихід товарного пива по сортах.

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

11%-го світлого:

$$\frac{(100 - 5,8) \times (100 - 2,5) \times (100 - 2,3) \times (100 - 1,53)}{100 \times 100 \times 100 \times 100} \times 100 = 88,37 \%$$

14%-го темного:

$$\frac{(100 - 6,0) \times (100 - 2,3) \times (100 - 2,5) \times (100 - 1,53)}{100 \times 100 \times 100 \times 100} \times 100 = 88,17 \%$$

14%-го темного:

$$\frac{(100 - 6,0) \times (100 - 2,3) \times (100 - 2,5) \times (100 - 1,53)}{100 \times 100 \times 100 \times 100} \times 100 = 88,17 \%$$

Загальні втрати з рідкою фазою ($V_{тр}$) становитимуть для пива:

$$11 \%-го: 100 - 88,37 = 11,63 \%$$

$$14 \%-го: 100 - 88,17 = 11,83 \%$$

$$14 \%-го: 100 - 88,17 = 11,83 \%$$

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

Для одержання 1 дал товарного 11 % - го світлого пива потрібно:

пива – фільтрованого:

$$\frac{1}{100 - 1,53} \times 100 = 1,0153 \text{ дал;}$$

молодого:

$$\frac{1,0153}{100 - 2,3} \times 100 = 1,0392 \text{ дал;}$$

суслу – холодного:

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{1,0392}{100-2,5} \times 100 = 1,0658 \text{ дал};$$

гарячого:

$$\frac{1,0658}{100-5,8} \times 100 = 1,1314 \text{ дал.}$$

Для одержання 1 дал товарного 14 % - темного пива потрібно:

пива – фільтрованого: $\frac{1}{100-1,53} \times 100 = 1,0153 \text{ дал};$

молодого:

$$\frac{1,0153}{100-2,5} \times 100 = 1,0413 \text{ дал};$$

сусла – холодного:

$$\frac{1,0413}{100-2,3} \times 100 = 1,0658 \text{ дал};$$

гарячого:

$$\frac{1,0658}{100-6,0} \times 100 = 1,1338 \text{ дал.}$$

Для одержання 1 дал 14 % - го темного пива потрібно:

пива – фільтрованого:

$$\frac{1}{100-1,53} \times 100 = 1,0153 \text{ дал};$$

молодого:

$$\frac{1,0153}{100-2,5} \times 100 = 1,0413 \text{ дал};$$

сусла – холодного:

$$\frac{1,0413}{100-2,3} \times 100 = 1,0658 \text{ дал};$$

гарячого:

$$\frac{1,0658}{100-6,0} \times 100 = 1,1338 \text{ дал.}$$

Витрати сировини на 1 дал пива розраховують за формулою:

$$N = \frac{e \times d \times 96 \times 10}{(E - \text{Втр}_{\text{др}}) \times \text{В}_T}, \text{ кг}$$

де e – масова частка сухої речовини у початковому суслі, %; d – відносна густина сусла; E – екстрактивність зернопродуктів у перерахунку на ПСР, %; $\text{Втр}_{\text{др}}$ – втрати екстракту в дробині, %; В_T – вихід товарного пива, %.

Для розрахунків приймаємо, що втрати екстракту з пивною дробиною ($\text{Втр}_{\text{др}}$) для 11,0 % пива – 1,75 % , 14,0 % пива – 2,2 %.

Відносна густина сусла для 11,0 % сусла – 1,04420; для 14,0 % сусла – 1,05685.

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

- для світлого солоду з екстрактивністю 79,0 % і вологістю 4,5 % :

$$\frac{79,0 \times (100 - 4,5)}{100} = 75,44 \text{ %};$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для карамельного солоду з екстрактивністю 77,0 % і вологістю 5,5 % :

$$\frac{77,0 \times (100 - 5,5)}{100} = 72,76 \%$$

- для ячмінного борошна з екстрактивністю 80,0 % і вологістю 13 % :

$$\frac{80,0 \times (100 - 13)}{100} = 69,6\%$$

- для висушеного цикорію з екстрактивністю 78,0 % і вологістю 12 % :

$$\frac{78,0 \times (100 - 12,0)}{100} = 68,64 \%$$

- для обсмаженого цикорію з екстрактивністю 75,0 % і вологістю 5 %

$$: \frac{75,0 \times (100 - 5)}{100} = 71,25\%$$

Приймаємо, що для приготування 11 % - го пива «Миколаївське світле» потрібно 85 % світлого солоду і 15 % висушеного цикорію.

Середньозважена екстрактивність зернопродуктів Е дорівнює:

$$0,85 \times 75,44 + 0,15 \times 68,64 = 74,42 \%$$

Норма витрат сировини на 1 дал пива буде становити:

$$N = \frac{11 \times 1,04420 \times 96 \times 10}{(74,42 - 1,75) \times 84,9} = 1,78 \text{ кг}$$

в тому числі:

- солоду світлого $1,78 \times 0,85 = 1,51 \text{ кг};$
- висушеного цикорію $1,78 \times 0,15 = 0,27 \text{ кг};$

Приймаємо, що для приготування 14 %-го темного пива «Миколаївське темне» потрібно 75 % світлого солоду 15 % карамельного солоду і 10 % ячмінного борошна.

Середньозважена екстрактивність зернопродуктів Е дорівнює:

$$0,75 \times 75,44 + 0,15 \times 72,76 + 0,10 \times 69,6 = 74,45 \%$$

Норма витрат сировини на 1 дал пива буде становити:

$$N = \frac{14 \times 1,05685 \times 96 \times 10}{(74,45 - 2,2) \times 84,57} = 2,32 \text{ кг}$$

в тому числі:

- солоду світлого $2,32 \times 0,75 = 1,74 \text{ кг};$
- солоду карамельного $2,32 \times 0,15 = 0,35 \text{ кг}.$
- ячмінного борошна $2,32 \times 0,10 = 0,23 \text{ кг}.$

Приймаємо, що для приготування 14 %-го темного пива «Миколаївське Цикорне» потрібно 80 % світлого солоду, 12 % ячмінного борошна і 8 % обсмаженого цикорію.

Середньозважена екстрактивність зернопродуктів Е дорівнює:

$$0,80 \times 75,44 + 0,12 \times 69,6 + 0,08 \times 71,25 = 74,4 \%$$

Норма витрат сировини на 1 дал пива буде становити:

$$N = \frac{14 \times 1,05685 \times 96 \times 10}{(74,4 - 2,2) \times 84,57} = 2,33 \text{ кг}$$

в тому числі:

- солоду світлого $2,35 \times 0,8 = 1,88 \text{ кг};$
- ячмінного борошна $2,35 \times 0,12 = 0,28 \text{ кг};$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- обсмаженого цикорію

2,35*0,08=0,19 кг.

Витрати хмелю

Загальну потребу хмелю на виробництво 1 дал пива розраховують за формулою:

$$N_{\Pi} = \frac{G_c \times 100 \times 100 \times 100}{(\alpha + 1) \times (100 - W) \times (100 - B_{\text{тр}})}$$

де G_c – необхідна гіркота сусла – в перерахунку на суху речовину, г/дал; α – масова частка α – кислот, %; 1 – величина гіркоти β -фракцій в хмелі, %; W – фактична вологість, %; $B_{\text{тр}}$ – втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива, %.

Приймаємо, що потрібна гіркота сусла для сортів пива, наступна:

світлого 11 %-го – 0,75 г/дал; темного 14 %-го – 0,50 г/дал; темного 14 %-го – 0,50 г/дал.

Світле (11 %) пиво, за прийнятою рецептурою, виготовляється з 20 % гранульованого гіркого хмелю.

Темне (14 %) пиво – виготовляється із 100 % гранул гіркого хмелю.

Темне (14 %) пиво – виготовляється з 10 % гранул гіркого хмелю.

Вміст α -кислоти в гіркому хмелі – 11,5 %.

Отже, розраховуємо витрати хмелевої сировини:

для 11 %-го світлого пива:

гранул гіркого хмелю:

$$N_{\Pi} = \frac{0,75 \times 100 \times 100 \times 100}{(11,5 + 1) \times (100 - 7,5) \times (100 - 15,1)} \times 0,2 = 1,53 \frac{\text{г}}{\text{дал}}$$

для 14 %-го темного пива:

гранул гіркого хмелю:

$$N_{\Pi} = \frac{0,75 \times 100 \times 100 \times 100}{(11,5 + 1) \times (100 - 7,5) \times (100 - 15,1)} \times 1 = 7,64 \frac{\text{г}}{\text{дал}}$$

для 14 %-го пива:

гранул гіркого хмелю:

$$N_{\Pi} = \frac{0,75 \times 100 \times 100 \times 100}{(11,5 + 1) \times (100 - 7,5) \times (100 - 15,1)} \times 0,1 = 0,76 \frac{\text{г}}{\text{дал}}$$

Витрати вторинної сировини

Пивна дробина містить екстракт, який не перейшов до сусла при затиранні. Цей показник характеризує ступінь використання екстракту зернової сировини у варильному цеху.

Для приготування 1 дал 11 %-го світлого товарного пива згідно з наведеними вище розрахунками потрібно 1,78 кг зернової сировини; 1 дал 14 %-го темного відповідно 2,32 кг; 1 дал 14,0 %-го - 2,33 кг.

Отже, кількість сухої дробини розраховують за формулою:

$$G_{\text{сд}} = N - N \times W - N \times E_{\text{пср}} \times V_e$$

Кількість сирії дробини вологістю 80% :

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$G_d = \frac{\sum(G_{сд})}{100 - 80} \times 100;$$

Для 11% - го світлого пива:

- сухої дробини світлого солоду:

$$G_{сд} = 1,51 - 1,51 \times 0,045 - 1,51 \times 0,7544 \times 0,985 = 0,456 \text{ кг};$$

- сухої дробини цикорію:

$$G_{сд} = 0,27 - 0,27 \times 0,12 - 0,27 \times 0,6864 \times 0,985 = 0,119 \text{ кг};$$

Сирої дробини вологістю 80% :

$$G_d = \frac{0,456 + 0,119}{100 - 80} \times 100 = 2,87 \text{ кг};$$

Для 14%-го темного пива:

- сухої дробини світлого солоду:

$$G_{сд} = 1,74 - 1,74 \times 0,045 - 1,74 \times 0,7544 \times 0,985 = 0,525 \text{ кг};$$

- сухої дробини карамельного солоду:

$$G_{сд} = 0,35 - 0,35 \times 0,055 - 0,35 \times 0,7276 \times 0,985 = 0,118 \text{ кг};$$

- сухої дробини ячмінного борошна:

$$G_{сд} = 0,23 - 0,23 \times 0,13 - 0,23 \times 0,6960 \times 0,985 = 0,102 \text{ кг};$$

Сирої дробини вологістю 80% :

$$G_d = \frac{0,525 + 0,118 + 0,102}{100 - 80} \times 100 = 3,72 \text{ кг};$$

Для 14%-го темного пива:

- сухої дробини світлого солоду:

$$G_{сд} = 1,88 - 1,88 \times 0,045 - 1,88 \times 0,7544 \times 0,985 = 0,567 \text{ кг};$$

- сухої дробини ячмінного борошна:

$$G_{сд} = 0,28 - 0,28 \times 0,045 - 0,28 \times 0,6960 \times 0,985 = 0,101 \text{ кг};$$

- сухої дробини обсмаженого цикорію:

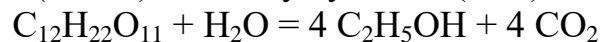
$$G_{сд} = 0,19 - 0,19 \times 0,045 - 0,19 \times 0,7125 \times 0,985 = 0,065 \text{ кг};$$

Сирої дробини вологістю 80% :

$$G_d = \frac{0,567 + 0,101 + 0,065}{100 - 80} \times 100 = 3,66 \text{ кг};$$

Діоксид вуглецю

Із сумарного рівняння спиртового бродіння видно, що із 342 г зброженої мальтози утворюється 176 г (44×4) діоксиду вуглецю (CO₂) і 184 г спирту.



Якщо прийняти, що зброженим екстрактом є мальтоза, то кількість CO₂ розраховують наступним чином.

Приймаємо, що весь зброжуваний екстракт – мальтоза. Дійсний ступінь зброжування (Sз) для 11 %-го пива приймемо – 48 %, 14 %-го пива – 52 %, 14 %-го пива – 52 %.

За наведеними розрахунками об'єми холодного сусла на 1 дал товарного пива 11 %-го світлого пива - 1,0766 дал, 14 %-го темного пива - 1,0754 дал, 14 %-го - 1,0754 дал, а їх масу можна розрахувати за формулою:

$$G_{сх(м)} = G_{сх} \cdot d \cdot 10;$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за певної концентрації, сушло містить екстракту :

$$G_e = G_{cx(m)} \cdot e,$$

з цієї кількості екстракту зброджується :

$$G_{e3} = G_e \cdot S_3,$$

у процесі зброджування виділяється діоксиду вуглецю :

$$G(CO_2) = \frac{G_{e3} \times 176}{342};$$

Приймаємо, що вміст зв'язаного діоксиду вуглецю становить x % масових, а його кількість знаходять за формулою :

$$G_{з(CO_2)} = G_{cx(m)} \cdot x \text{ \% мас.};$$

Вільного CO_2 під час зброджування 1 дал сусла виділяється :

$$G_{в(CO_2)} = G(CO_2) - G_{з(CO_2)};$$

Для 11 %-го світлого пива приймаємо ступінь зброджування 48 %. Вміст зв'язаного діоксиду вуглецю прийmemo – 0,35 % мас.

Отже, маса холодного сусла становить:

$$G_{cx(m)} = 1,0766 \cdot 1,0442 \cdot 10 = 11,24 \text{ кг};$$

Екстракту в ньому:

$$G_e = 11,24 \cdot 0,11 = 1,24 \text{ кг};$$

Зброджено екстракту:

$$G_{e3} = 1,24 \cdot 0,48 = 0,595 \text{ кг};$$

Утворюється діоксиду вуглецю:

$$G(CO_2) = \frac{0,595 \times 176}{342} = 0,306 \text{ кг};$$

кількість зв'язаного діоксиду вуглецю:

$$G_{з(CO_2)} = 11,24 \cdot 0,0035 = 0,039 \text{ кг};$$

вільного CO_2 :

$$G_{в(CO_2)} = 0,306 - 0,039 = 0,267 \text{ кг};$$

Для 14% - го темного пива приймаємо ступінь зброджування 52 %._Вміст зв'язаного діоксиду вуглецю прийmemo – 0,4 % мас.

маса сусла:

$$G_{cx(m)} = 1,0766 \cdot 1,05685 \cdot 10 = 11,37 \text{ кг};$$

вміст екстракту:

$$G_e = 11,37 \cdot 0,14 = 1,59 \text{ кг};$$

зброджуваного екстракту:

$$G_{e3} = 1,59 \cdot 0,52 = 0,827 \text{ кг};$$

виділяється діоксиду вуглецю :

$$G(CO_2) = \frac{0,827 \times 176}{342} = 0,426 \text{ кг};$$

кількість зв'язаного діоксиду вуглецю:

$$G_{з(CO_2)} = 11,37 \cdot 0,004 = 0,045 \text{ кг};$$

вільного CO_2 :

$$G_{в(CO_2)} = 0,426 - 0,045 = 0,381 \text{ кг}.$$

Для 14%-го темного пива приймаємо ступінь зброджування 52 %._Вміст зв'язаного діоксиду вуглецю прийmemo – 0,4% мас.

маса сусла:

$$G_{cx(m)} = 1,0754 \cdot 1,05685 \cdot 10 = 11,37 \text{ кг};$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вміст екстракту:

$$G_e = 11,37 \cdot 0,14 = 1,59 \text{ кг};$$

зброджуваного екстракту:

$$G_{ez} = 1,59 \cdot 0,52 = 0,827 \text{ кг};$$

виділяється діоксиду вуглецю :

$$G(\text{CO}_2) = \frac{0,827 \times 176}{342} = 0,426 \text{ кг};$$

кількість зв'язаного діоксиду вуглецю:

$$G_z(\text{CO}_2) = 11,37 \cdot 0,004 = 0,045 \text{ кг};$$

вільного CO₂:

$$G_v(\text{CO}_2) = 0,426 - 0,045 = 0,381 \text{ кг};$$

Розрахунок кількості дріжджів

Норма дріжджів у розрахунку на рідкі вологістю 88 % при періодичному способі бродіння становить 0,5 %, в ЦКБА – 0,7 % об'єму сусла.

Вихід надлишкових дріжджів після бродіння за періодичного способу 1, безперервного – 1,5, у ЦКБА – 1,5 – 2,0 об'єму на один об'єм дріжджів, які вводять на бродіння.

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 осаду (відстою) з апаратів доброджування беремо 0,03 дм³ на 1 дал пива. Зведена таблиця розрахунку продуктів наведена в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Зведена таблиця розрахунку продуктів

Продукт та сировина	Миколаївське світле , 11%		Миколаївське темне , 14%		Темне Цикорне, 14%		Σ, на 10 млн дал пива
	на 1 дал	на 4,5 млн. дал	на 1 дал	на 2,5 млн. дал	на 1 дал	на 3 млн.дал	
1	2	3	4	5	6	7	8
Зернова сировина, кг -світлий солод	1,51	6795000	1,74	4350000	1,88	5640000	16785000
-обсмажений цикорій	-	-	-	-	0,19	570000	570000
-карамельний солод	-	-	0,35	875000	-	-	875000
-висушений цикорій	0,27	1215000	-	-	-	-	1215000
-ячмінне борошно	-	-	0,23	575000	0,28	840000	1415000
Всього	1,78	8010000	2,32	5800000	2,35	7050000	20860000

Закінчення таблиці 4.3

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

1	2	3	4	5	6	7	8
Хміль гранульований, кг:	0,0015 3	6885	0,0076 4	19100	0,0007 6	2280	28265
Сусло							
-гаряче, дал	1,1314	509130 0	1,1338	384834 4	1,1338	3401400	12341044
-холодне, дал	1,0658	479610 0	1,0658	266450 0	1,0658	3197400	10658000
Пиво							
-молоде, дал	1,0392	467640 0	1,0413	260325 0	1,0413	3123900	10403550
фільтроване, дал	1,0153	456885 0	1,0153	253825 0	1,0153	3045900	10153000
-готове, дал	1	450000 0	1	250000 0	1	3000000	10000000
Пивна дробина, кг	2,87	129150 00	3,72	930000 0	3,76	1128000 0	33495000
СО ₂ бродіння, кг	0,267	120150 0	0,381	952500	0,381	1143000	3297000
Дріжджі, дм ³ : -насіненні	0,085	382500	0,085	212500	0,085	255000	850000
-товарні	0,095	427500	0,095	237500	0,095	285000	950000
Відстій у апаратах доброджування, кг	0,03	135000	0,03	75000	0,03	90000	300000

4.3 Розрахунки витрат основних та допоміжних матеріалів

Молочна кислота:

$$M_{\text{м.к}} = M_{\text{сир}} \times 0,08;$$

де $M_{\text{м.к}}$ – маса молочної кислоти;

$M_{\text{сир}}$ – маса сировини;

0,08 – коефіцієнт витрат молочної кислоти для підкислювання затірів складають 0,08 кг на 100 кг сировини.

$$M_{\text{м.к}} = 23100 \times 0,08 = 2887,5 \text{ кг.}$$

Річний обсяг виробництва пива 10 млн. дал на рік.

Ферментний препарат «Інулоаваморин П10Х». Препарат вносять із розрахунку 0,6-0,9 % від маси цикорію. Враховуючи гідромодуль 1:4, маса цикорію

$$17850 \times 4 = 71400 \text{ кг}$$

$$M_{\text{фп}} = 0,006 \times M_{\text{сир}};$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ		Арк.
							49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

де $M_{\text{фп}}$ – маса ферментного препарату;

$M_{\text{сир}}$ – маса сировини;

$$M_{\text{фп}} = 0,006 \times 71400 = 428,4 \text{ кг.}$$

Розлив. Розлив готового пива проводиться у скляні пляшки об'ємом 0,5 дм³ та у кеги об'ємом 30 дм³.

Бій пляшок при зберіганні, митті, розливі і внутрішньозаводському транспортуванні прийняті у наступних розмірах, %: на тарному складі – 0,8; при виробництві – 2,5; у складі готової продукції – 0,1. Всього він складає 3,4 %.

На рік проходить 40 оборотів пляшок.

Витрати кроненкорків та етикеток на 1 дал напоїв: 21 етикетка та 21 кроненкорка, для пляшок об'ємом 0,5 дм³.

Витрати клею: на 1000 дал потрібно 0,5 дм³ декстрину для пляшок об'ємом 0,5 дм³.

Витрати луку: 40 г каустичної соди на 1 дал.

Пляшки скляні. Напої розливаються у скляні пляшки об'ємом 0,5 дм³. Отже, на 1 дал потрібно 20 пляшок. Для виробництва 7500000 дал (75 % від всього обсягу) пляшок потрібно:

$$7500000 \times 20 = 150000000 \text{ шт.}$$

З врахуванням бою пляшок потрібно:

$$150000000 \times \frac{100}{100 - 3,4} = 155279503 \text{ шт.}$$

Для покриття бою потрібно пляшок:

$$155279503 - 150000000 = 5279503 \text{ шт.}$$

З врахуванням того, що 5% пляшок не повертається, нових пляшок потрібно:

$$150000000 \times 0,05 + 527950 = 8027950 \text{ шт.}$$

Оборотних пляшок потрібно:

$$150000000 / 40 = 3750000 \text{ шт.}$$

Ящики. У стандартному ящику поміщається 20 пляшок. Для всієї продукції (з урахуванням 2% зносу) потрібно ящиків:

$$155279503 / 20 \times 0,98 = 7922424 \text{ шт.}$$

При 40 оборотах у рік оборотних ящиків потрібно:

$$7922424 / 40 = 198060 \text{ шт.}$$

Кроненкорки та етикетки. На скляні пляшки потрібно:

$$155279503 \times 21 = 3260919563 \text{ шт.}$$

Кеги. Для всієї продукції (з урахуванням 2% зносу) на 1 добу потрібно:

$$3260919563 / 30 \times 0,98 \times 11,33 \times 28,5 = 364 \text{ шт.}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

5.1 Розрахунок площі варильного відділення

У варильному відділенні проектується використовувати наступне обладнання:

- затірний апарат, $D=4700$ мм (2 шт.);
- фільтраційний апарат, $D=8000$ мм;
- суслозбірник, $D=4300$ мм;
- сусловарильний апарат, $D=5200$ мм;
- гідроциклонний апарат, $D=5700$ мм;
- збірник промивної води, $D=2500$ мм, $L=5700$ мм;
- проміжний збірник дробини, $B=2200$ мм, $L=2000$ мм;
- ємності для системи СІР, $D=2000$ мм;

Площа варильного відділення для встановлення обладнання:

$$F_{об.} = (4,7 \times 4,7) \times 2 + (8,0 \times 8,0) + (4,3 \times 4,3) + (5,2 \times 5,2) + (5,7 \times 5,7) + (2,5 \times 5,7) + (2,2 \times 2,0) + (2,0 \times 2,0) \times 3 = 217 \text{ м}^2$$

Враховуючи проходи між обладнанням: ($9 \times 1,5 = 13,5$ м).

З урахуванням відстані між обладнанням і стаціонарними конструкціями ($9 \times 0,8 = 7,2 \text{ м}^2$) стінами, колонами.

Кількість працюючих за зміну у варильному відділенні становить 12 чоловік, а ділянка виробничого приміщення на одного робітника повинна становити не менше $4,5 \text{ м}^2$. Для 12 чоловік ($12 \times 4,5$) = 54 м^2 .

Площа варильного відділення:

$$F_{від.} = 217 + 13,5 + 7,2 + 54 = 292 \text{ м}^2.$$

Враховуючи те, що у відділенні будуть розташовані виробничі приміщення (лабораторія, операторська, склади основної сировини і допоміжних матеріалів), санітарно – побутові приміщення, а також обладнання робочої вежі, приміщення варильного відділення буде 4 поверховим. Обираємо будівельну секцію 24×42 , так, як будівля багатоповерхова то сітка колон буде 12×6 . Висота кожного поверху $4,8$ м. Отримуємо площу варильного відділення 1008 м^2 , що задовольняє значення розрахованої площі.

Склад хмелю

За нормами технологічного проектування склад хмелю має вміщувати річний запас хмелю. Площа складу для хмелю визначається за формулою:

$$S = \frac{\sum Q_i \times g_i}{g_s} \times K_{пр}, \text{ м}^2.$$

де Q_i – річний випуск пива кожного сорту, млн. дал; g_i – питомі витрати хмелю на кожний сорт, г/дал; g_s – нормоване навантаження під час складування хмелю, кг/м²; $K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує вільну площу на складі для проходів.

На 1 м^2 складу розміщується 200 кг хмелю, на проходи виділено 25% загальної складської площі.

$$S = \frac{28265}{200} \times 1,25 = 43 \text{ м}^2$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Склад для зберігання висушеного цикорію

Площу складу визначають за формулою:

$$S = \frac{G \times n \times K_{\text{пр}}}{n \times g_s}, \text{ м}^2.$$

де G – річна потреба в цикорію, т; $n_{\text{зап}}$ – кількість місяців, на які сировину запасують, $n_{\text{зап}} = 3$; $K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, що враховує необхідну для проходів площу складу; $n_{\text{роб}}$ – кількість робочих місяців заводу на рік, $n_{\text{роб}} = 11,33$; g_s – питоме навантаження на перекриття складу, т/м².

Питоме навантаження під час укладання мішків у штабелі заввишки у шість рядів – 1,44 т/м². Площа складу для цикорію становить:

$$S = \frac{178 \times 3 \times 1,25}{11,33 \times 1,44} = 40,91 \text{ м}^2$$

5.2 Розрахунки та підбір технологічного обладнання

Варильні апарати підбирають за добовою витратою зернопродуктів у найбільш напружений період роботи цеху. З найбільшим навантаженням вони працюють у другому і третьому кварталах року.

Потужність заводу $Q_{\text{заводу}} = 10000000$ дал/рік.

Річна витрата зернопродуктів розраховується, виходячи із зведеної таблиці витрат сировини на 1 дал пива: для пива «Миколаївське світле» 1,78 кг зернової сировини, для пива «Миколаївське темне» - 2,32 кг, для пива «Миколаївське Цикорне» - 2,33 кг. Витрати сировини на 1 дал пива наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 5.1 – Витрати сировини на 1 дал пива

Масова частка сухої речовини початкового сусла, %	Зернопродукти	Кількість, кг	Масова частка в засипі, %
1	2	3	4
11,0 світле	Світлий солод, сушений цикорій	1,51 0,27 1,78	85 % світлого солоду 15 % сушеного цикорію
14,0 темне	Світлий солод, карамельний солод, ячмінне борошно	1,74 0,35 0,23 2,32	75 % світлого солоду 15 % карамельного солоду 10% ячмінного борошна
14,0 темне	Світлий солод, ячмінне борошно, обсмажений цикорій	1,88 0,28 0,19 2,33	80 % світлого солоду 12 % ячмінного борошна 8 % обсмаженого цикорію

Отже, отримаємо:

$$G_{\text{річн}_1} = Q \times 1,78 = 4500000 \times 1,78 = 8010 \text{ т};$$

$$G_{\text{річн}_2} = Q \times 2,32 = 2500000 \times 2,32 = 5800 \text{ т};$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$G_{рiчн_2} = Q \times 2,33 = 3000000 \times 2,32 = 6990 \text{ т};$$

$$G_{рiчн} = G_{рiчн_1} + G_{рiчн_2} + G_{рiчн_3} = 20800 \text{ т.}$$

Добова витрата зернопродуктів розраховується для визначення випуску продукції в найбільш напружений квартал приймається рівним 30 % від річного.

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:

$$G_{доб} = \frac{G_{рiчн} \times 0,3}{28,5 \times 3} = \frac{20800 \times 0,3}{28,5 \times 3} = 73 \text{ т.}$$

Варильні цехи, що працюють за періодичною схемою, обладнані в основному дво-, чотири- та шестиапаратними агрегатами.

Обираємо 1 чотирьохапаратний агрегат з продуктивністю 8 варок на добу. Засип на 1 варку становить:

$$\frac{73}{8} = 9,12 \text{ т.}$$

Беремо 1 чотирьохапаратний агрегат з продуктивністю 8 варок на добу та засипом 9,12 т.

Далі розраховуємо транспортне обладнання – норію для солоду та несолоджені сировини.

Приймаємо, що відпуск солоду із зерносховища проводиться щоденно протягом 4 годин, тоді потужність підіймальної норії повинна бути не менше, ніж:

$$G_{норії} = \frac{G_{доб}}{4} = 20 \text{ т/год}$$

Підбираємо норію НЦГ-20 з продуктивністю 20 т/год по «важкому» зерну насипною масою 0,76 т/м³. При транспортуванні солоду насипною масою 0,53 т/м³ продуктивність її становить:

$$\frac{20 \times 0,53}{0,76} = 14 \text{ т/год}$$

Стрічковий транспортер повинен бути такою продуктивністю, як і норія – 20 т/год.

Ваги автоматичні для зважування солоду мають мати таку ж потужність, як і норія. Приймаємо до встановлення ваги ДН-100 (2 штуки) потужністю до 15 т/год. Величина порції зважування 50 – 100 кг.

Бункери добового запасу зернопродуктів мають поміщати їх добовий запас, тобто 73 т. Розраховуємо апарати для різних сортів пива, отже нам буде потрібно виходячи із розрахунку продуктів 87 % світлого солоду; 15 % карамельного солоду, 12 % ячменю від загальної маси зернопродуктів. Виходячи із цих міркувань, розраховуємо: об'єм добового запасу світлого солоду:

$$V_{д \text{ с. сол}} = \frac{73 \times 0,87}{0,53} \times 0,9 = 107,8 \text{ м}^3,$$

Об'єм бункера добового запасу карамельного солоду:

$$V_{д \text{ к. сол}} = \frac{73 \times 0,15}{0,52} \times 0,9 = 18,95 \text{ м}^3,$$

Об'єм бункера добового запасу ячменю:

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$V_{\text{д яч. сол}} = \frac{73 \times 0,12}{0,72} \times 0,9 = 10,95 \text{ м}^3,$$

де 0,53; 0,52; 0,72 - насипна маса товарного солоду та ячменю; 0,9 – коефіцієнт заповнення бункера.

Обираємо 2 бункери (добового запасу) для світлого солоду об'ємом по 120 м³, бункер карамельного солоду об'ємом 25 м³ та 1 бункер для ячменю об'ємом 15 м³. Бункери проектуємо квадратного січення із пірамідальним днищем.

Геометричні розміри бункера для світлого солоду об'ємом 120 м³ при стороні квадрату $a = 4$ м і куті відкосу $\alpha = 30^\circ$ будуть наступні:

- висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 4 = 1,6 \text{ м},$$

- висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{120}{4^2} - \frac{1}{3} \times 1,6 = 6,96 \text{ м},$$

де V - це об'єм бункера для солоду, 120 м³.

Геометричні розміри бункера для карамельного солоду об'ємом 25 м³ при стороні квадрату $a = 3$ м і куті відкосу $\alpha = 30^\circ$ будуть наступні:

- висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 3 = 1,2 \text{ м},$$

- висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{25}{3^2} - \frac{1}{3} \times 1,2 = 2,37 \text{ м},$$

де V - це об'єм бункера для солоду, 25 м³.

Геометричні розміри бункера для ячменю об'ємом 15 м³ при стороні квадрату $a = 2$ м і куті відкосу $\alpha = 30^\circ$ будуть наступні:

- висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 2 = 0,8 \text{ м},$$

- висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{15}{2^2} - \frac{1}{3} \times 0,8 = 3,5 \text{ м},$$

Повітряно-ситовий сепаратор розраховують виходячи з того, що на одну варку потрібно 12,2 т зернопродуктів, а подрібнення солоду на одну варку повинно проводитись за 1,5-2 год. Тоді продуктивність повинна бути $12,2/2 = 6,1$ т/год. Обираємо повітряно-ситовий сепаратор ЗСП-5 з геометричними розмірами 1500x800x1100.

Ваги автоматичні для зважування очищеного ячменю підбирають по потужності повітряно-ситового сепаратора. Встановлюють ваги ДН-500 з продуктивністю 1,5-7 т/год. Величина однієї порції зважування становить 15-20 кг.

Магнітний сепаратор повинен мати не меншу продуктивність, ніж повітряно-ситовий сепаратор. Отже, приймаємо його продуктивність для типу ДКМ 7 т/год.

Бункер для солоду на одну варку повинен вміщувати запас потужності повітряно-ситового сепаратора, тобто не менш як 6,7 т.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Отже, об'єм його повинен бути:

$$V_{\text{бун.очищ.сол}} = \frac{6,7}{0,53} \times 0,9 = 11,7 \text{ м}^3.$$

Геометричні розміри бункера для очищеного солоду при $a = 2$ м будуть наступні: - висота пірамідальної частини:

Бункер для ячменю на одну варку

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 2 = 0,8 \text{ м},$$

- висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{12}{2^2} - \frac{1}{3} \times 0,8 = 2,74 \text{ м}.$$

Дробарка мокрого помелу. Подрібнення солоду за одну варку повинно проводитись за 1,5-2 год. Отже, потужність солододробарки повинна бути:

$$Q_{\text{дроб.}} = \frac{12,2 \times 1,0}{2} = 6,1 \text{ т/год}$$

Приймаємо для встановлення дробарку мокрого помелу потужністю 7 т/год.

Дробарка для ячменю. Подрібнення ячменю на одну варку повинно проводитись за 1,5-2 год. Отже, потужність дробарки для ячменю повинна бути:

$$Q_{\text{дроб.}} = \frac{2,2 \times 1,0}{2} = 1,1 \text{ т/год}$$

Екстрактор. Добова витрата зернопродуктів становить 73 т, звідки можемо знайти добову витрату обсмажених коренеплодів цикорію:

$$73 * 0,08 = 5,84 \text{ т}$$

Об'єм збірника добового запасу становить:

$$5,84/0,54 = 10,8 \text{ м}^3$$

Враховуючи кількість варок на добу 8:

$$10,8 / 8 = 1,35 \text{ м}^3$$

Враховуючи гідромодуль 6, необхідний об'єм екстрактора становитиме:

$$1,35 * 6 * 0,8 = 6,48 \text{ м}^3$$

де 0,54 - об'ємна насипна маса обсмаженого цикорію;

0,8 – коефіцієнт заповнення.

Висота пірамідальної частини екстрактора:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 0,5 = 0,2 \text{ м},$$

Висота прямокутної частини екстрактора:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{8}{0,5^2} - \frac{1}{3} \times 0,2 = 0,56 \text{ м}$$

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

$$V_{\text{збір}} = 2,4 \times 12,2 = 29,28 \text{ м}^3$$

Приймаємо об'єм збірника 30 м³. Збірник виготовляється у формі горизонтального циліндра, що оснащений змішувиком для підігріву. Діаметр збірника приймаємо рівним $D = 2$ м, довжину знаходимо за формулою:

$$V_{\text{зб.}} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H; \quad H = \frac{30 \times 4}{3,14 \times 2^2} = 9,5 \text{ м}.$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Бункер для дробини. Кількість дробини, що утвориться в найнапруженіший квартал року за добу:

$$G_{др.} = 33495000 * 0,3 / 28,5 * 3 = 117,5 \text{ т.}$$

Приймаємо: $V=90 \text{ м}^3$, $D=2,25 \text{ м}$, $L=5 \text{ м}$, кількість бункерів - 4, тоді $h=90/36=2,5 \text{ м}$

Заторний насос. Відповідно до режиму затирання заторна маса із заторного апарата повинна перекачуватись за 20 хв. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3,0-3,5 м^3 заторної маси. Об'єм заторної маси, отриманої із 12,2 т зернопродуктів відповідно:

$$V_{з. м.} = 12,2 \times 3,5 = 42,7 \text{ м}^3 = 42700 \text{ дм}^3$$

Потрібна потужність насоса:

$$Q_{з. н.} = 42700 \times \frac{60}{20} = 128100 \frac{\text{дм}^3}{\text{год}}$$

Приймаємо насос ФГ-144/10,5 потужністю 130000 $\text{дм}^3/\text{год}$. Маса насоса 480 кг.

Насос для мутного сусла підбираємо за умови, що кількість мутного сусла, що повертається у фільтраційний апарат, становить 10 % від загального об'єму заторної маси, а процес перекачування мутного сусла відбувається всього за 10 хв. Тоді продуктивність насоса становитиме:

$$Q_{м. с. н.} = 42700 \times 0,1 \times \frac{60}{10} = 25620 \text{ дм}^3/\text{год}$$

Приймаємо до встановлення насос марки *K20 – 18*.

Сусловий насос. Відповідно до режиму варки сусла з хмелем перекачка охмеленого сусла із сушловарильного апарату відбувається протягом 30 хв.

Об'єм сусла, відповідно до продуктового розрахунку, приблизно складає 640 л на 100 кг перероблених зернопродуктів. Отже, із одної варки отримуємо сусла:

$$V_c = 12200 \times \frac{640}{100} = 78080 \text{ дм}^3$$

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

$$Q_{с. н.} = 78080 \times \frac{60}{30} = 156160 \text{ дм}^3/\text{год}$$

Для перекачки охмеленого сусла використовують насоси типу СОТ – відцентрові, багатоступінчасті, консольного типу, що призначені для подачі води і інших незабруднених рідин температурою до 105°C. Для розрахованої потужності приймаємо насос ФГ-144/10,5, потужністю 160000 $\text{дм}^3/\text{год}$.

Гідроциклонний апарат «Вірнул». Об'єм апарата розраховуємо за формулою:

$$V_{г} = V_{зат} * K$$

де $V_{зат}$ – кількість сусла, одержувана із одного затору, м^3 ;

K – коефіцієнт заповнення апарата.

Приймаємо, що із 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м^3 сусла; коефіцієнт заповнення апарата - 0,8. Тоді, місткість апарата $V_{г}$ становитиме:

$$V_{г} = \frac{6,0 \times 10,8}{0,8} = 75,7 \text{ м}^3.$$

Двохсекційний пластинчастий теплообмінник. Для охолодження сусла приймаємо до установки пластинчастий охолоджувач ALFA-LAVAL продуктивністю 6000 $\text{дм}^3/\text{год}$. Габаритні розміри 2000x700x1300, маса 525 кг.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Таблиця 5.3 - Специфікація технологічного обладнання

Номер и позиції на АТС	Найменування, тип обладнання	К-сть	Технічна характеристика (габаритні розміри, мм)	Потуж- ність елект- родви- гуна, кВт	Трива- лість робот и двигу- на, год на добу
1	2	3	4	5	6
1	Норія НЦГ-20	1	Продуктивність 20 т/год, висота 15м	2,0	8
2	Стрічковий транспортёр КЛП-400	1	Продуктивність 20 т/год, довжина 10 м	-	8
3, 4, 5	Бункери добового запасу для світлого, карамельного солоду і ячменю	3	V1=120 м ³ Н=3200; V2=25 м ³ , Н=1200; V3=15 м ³ , Н=800;	-	-
6	Повітряно-ситовий сепаратор ЗСП-5	1	Продуктивність 6,7 т/год Габаритні розміри: 1500х800х1100 мм	8,1	8
7	Магнітний сепаратор	2	Продуктивність 7 т/год. Габаритні розміри: 270х200х470 мм	3,5	8
8	Ваги автоматичні порційні для солоду ДН-500	2	Продуктивність 15 т/год, величина порції зважування 15-20 кг. Габаритні розміри: 1500х1700х1850 мм	-	-
11	Дробарка мокрого подрібнення РС3000×6000	1	Потужність 7 т/год Габаритні розміри: 3000х6000 мм	25	8
14	Заторний насос ФГ-144/10,5	8	Подача 75,6-200 м ³ /год, напір 0,13-0,08 МПа, маса 480 кг, потужність 16000 дм ³ /год	1,25	8
15	Заторний апарат	2	Габаритні розміри: 5300х4900 мм	8	16

**РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

Арк.

57

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Завершення таблиці 5.3

16	Фільтраційний апарат «Whirlpool»	1	Габаритні розміри: 7800х4400 мм	2,2/4,0	32
17	Збірник дробини ЗД-3	1	Габаритні розміри 2200х2000х2000 мм Об'єм 90 м ³	-	-
18	Насос мутного сула К20-18	1	Потужність 25620 дм ³ /год	8,5	-
19	Збірник промивних вод	1	Об'єм збірника 30 м ³ , Габаритні розміри: 5700х2500 мм	-	-
20	Суловарильний апарат	1	Габаритні розміри: 5000х5200 мм	-	-
22	Екстрактор	1	Габаритні розміри: 560х400х250 мм	-	-
23	Суловий насос ФГ-144/10,5	1	Потужність 156160 дм ³ /год. Подача 80 м ³ /год, напір 0,24 МПа	10	-
24, 27	Пластинчастий теплообмінник «ALFA-LAVAL»	2	Продуктивність 6 м ³ /добу, площа охолодження водою 8,6 м ² , холодоагентом – 4,2 м ² , габаритні розміри 3100х700х1300мм, маса 525кг.	5,5	-
26	Гідроциклонний апарат «Вірпул»	1	Габаритні розміри: 5200х4200 мм Об'єм 75,7 м ³	-	-

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Продовження таблиці 6.1

Технічна вода	Водопровідна мережа Середня проба	pH, жорсткість, залізо	Лабораторний	ДСТУ 4808:2007	Квартал	Інженер-хімік
Подрібнення солоду	Бункер	Розмір часток, вологість, сміттєва домішка	Візуальний, Лабораторний	ДСТУ 3768:2010 "Солод пивоварний. Технічні умови".	Декада	Інженер-хімік
Приготування затору	Затірний апарат	pH	Візуальний, Лабораторний	ДСТУ 4417:2005 "Пиво. Затір пивний. Технічні умови"	1 раз/10 днів	Інженер-хімік
Сусло	Суслорильний апарат	Оцукрювання, колір, pH	Лабораторний	4164:2003 "Пиво. Технічні умови".	Кожна варка	Інженер-хімік
Пивна дробина	Фільтр	Екстракт	Лабораторний	4164:2003 "Пиво. Технічні умови".	За необхідністю	Інженер-хімік

Метрологічне забезпечення

Метрологічне забезпечення варильного відділення пивоварного заводу вказане в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 — Метрологічне забезпечення на підприємстві

№ з/п	Стадії контролю	Найменування заходів вимірювання	Межі вимірювання
1	Вологість солоду	Вимірювання вологості Терези лабораторні. Шафа сушильна. Прилад Чижової	0 – 100 %
2	Екстрактивність солоду	Вимірювання екстрактивності Термометр. Цукромір.	0 – 100 %

3	Подрібнення солоду	Визначення фракційного складу помелу солоду. Сита лабораторні	0 - 100 %
4	Кислотність затору	Вимірювання кислотності рН-метр	1 - 14
5	Кислотність сусла	Вимірювання кислотності рН-метр	1 - 14
6	Масова частка сухих речовин у суслі	Вимірювання масової частки Ареометр, рефрактометр	0 – 100 %
7	Колір сусла	Вимірювання кольору Фотоелектроколориметр.	Залежно від використовуваної шкали

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

У кваліфікаційній роботі були обрані заходи щодо охорони праці у варильному відділенні пивоварного заводу. При приготуванні пивного суслу проходять процеси затирання, кип'ятіння, перекачування гарячої рідини із одного апарата в інший, домінуючими чинниками є вологовиділення, тепловиділення, паровиділення, а також шум при подачі зернопродуктів та іншої сировини у заторні апарати, при перекачуванні затору з фільтраційного апарата в суслотоварильний через крани і подача його в останній зверху апарата.

Закон України «Про охорону праці» було прийнято 21 листопада 2002 року. Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності (праці) [6,19,20].

Виробничий пил є досить поширеним небезпечним та шкідливим виробничим чинником на багатьох промислових підприємствах, що обумовлено недосконалістю технологічних процесів. Концентрація пилу в повітрі в звичайних умовах мешкання людини становить 0,1...0,2 мг/м³. В промислових центрах, де діють великі підприємства, вона не буває нижче 0,5 мг/м³, а на робочих місцях запиленість повітря іноді може сягати 100 мг/м³. При цьому, значення гранично допустимої концентрації для нейтрального пилу, що не має отруйних властивостей, дорівнює 10 мг/м³.

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричинюють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі робочої зони перевищує певну граничну для кожної речовини величину.

Робочою зоною вважається простір заввишки 2 м над рівнем підлоги або робочої площини, на якій розташовані місця постійного або тимчасового знаходження працюючих. Залежно від ступеню токсичності, фізико-хімічних властивостей, шляхів проникнення в організм, санітарні норми встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони виробничих приміщень, перевищення яких неприпустиме.

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (ГДК р.з.) — концентрація речовини, яка за умови регламентованої тривалості її щоденної дії при 8-годинній роботі (але не більш ніж 40 годин протягом тижня) не повинна викликати в експонованих осіб захворювань або відхилень у стані здоров'я, які можуть бути діагностовані сучасними методами досліджень протягом трудового стажу чи у віддалені періоди їх життя або життя наступних поколінь. ГДК р.з. встановлюються для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні. У державних стандартах наведено понад 700 речовин зі значеннями ГДК р.з.

Залежно від особливостей дії на організм шкідливих речовин для них встановлюються ГДК р.з. двох типів: 81 1) максимальна разова ГДК р.з.м.р — найвище регламентоване значення концентрації речовини у повітрі робочої зони для будь-якого 15-хвилинного (30- хвилинного для аерозолів речовин переважно фіброгенної дії) відрізка часу робочої зміни. Дія речовини на працюючих у концентрації, що дорівнює ГДК р.з.м.р., не повинна повторюватись протягом робочої

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зміни більш ніж 4 рази з інтервалами не менше 1 години; 2) середньозмінна ГДК р.з.с.з. — регламентоване значення концентрації шкідливої речовини у повітрі робочої зони для відрізка час), що дорівнює 75 % робочої зміни, але не більш ніж 8 годин, за умов дотримання ГДК р.з.м.р. ГДК р.з.с.з. встановлюється для речовин, для яких характерні кумулятивні властивості (речовини хроноконцентраційної дії).

Мікроклімат в цеху нормується відповідно до припустимих норм, оскільки від варильних та сушварильних апаратів в цеху виділяється значна кількість тепла, при чому температура в цих апаратах становить 98-105 °С. Це тепло передається від корпусу апаратів до повітря в цеху шляхом конвекції і також нагріває стіни будівлі, обладнання та шкіру працівників завдяки тепловипромінюванню. Фактичні параметри мікроклімату для даного цеху вказані в таблицях 7.1 і 7.2.

Для працівників встановлені норми мікрокліматичних параметрів повітря в робочій зоні, які були узгоджені Міністерством охорони здоров'я України 23.09.93 №5.05.07 - 737.

Таблиця 7.1 – Норми мікрокліматичних параметрів у варильному відділенні у холодний період року

Найменування приміщення	Найменування професій	Категорії робіт	Холодний період року			Холодний період року		
			температура, °С	відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с	Температура, °С	відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Варильне відділення	Варильник харчової сировини і продуктів	Па	Оптимальна			Фактична		
			18-20	40-60	0,2	22	55	0,2

Таблиця 7.2 – Норми мікрокліматичних параметрів у варильному відділенні у теплий період року

Найменування відділення	Найменування професій	Категорії робіт	Теплий період року			Теплий період року		
			температура, °С	відносна вологість, %	швидкість руху, м/с	температура, °С	відносна вологість, %	швидкість руху, м/с
Варильне відділення	Варильник харчової сировини і продуктів	Па	Оптимальна			Фактична		
			21-23	40-60	0,3	30	58	0,3

Насоси та суловарильний апарат варильного цеху створюють шум, а також значний шум виникає під час перекачування сусла з одного апарата в інший. Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються за ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ "Шум. Общие требования безопасности".

У варильному відділенні вживаються наступні заходи для захисту від шуму:

1 Використання засобів індивідуального захисту, таких як протишумові навушники, протишумові вкладиші, протишумові костюми, шлеми та каски.

2 Обладнання шумних апаратів засобами дистанційного керування і автоматичного контролю.

3 Раціональне розташування робочих місць.

Варильне відділення стикається з вібрацією, яка виникає від насосів під час їхньої роботи та перекачування сусла в апарат. Вплив вібрації на тіло людини залежить від її характеристик. При частоті 0,7 Гц тіло людини і його органи рухаються разом, не відчуваючи взаємного переміщення.

Найбільш помітна вібрація спостерігається у дробильному відділенні на варниці, яка виникає від роботи подрібнювальних установок для солоду.

Освітлення у виробничому приміщенні повинно відповідати нормам і правилам, які регламентовані в ДБН.В 2.5 - 28 - 2006 "Природне та штучне освітлення. Норми проектування".

Залежно від джерела світла, яке використовується, освітлення може бути класифіковано наступним чином:

- природне освітлення від сонця;
- штучне освітлення лампами розжарювання або газорозрядними лампами;
- комбіноване освітлення, коли використовуються обидва джерела світла одночасно протягом дня.

Для забезпечення природного освітлення виробничих приміщень можуть використовуватися світлові отвори в зовнішніх стінах або ліхтарі. Особливо важливим є пряме сонячне світло, яке забезпечує освітлення через світлові отвори.

У варильному цеху освітленість робочих місць здійснюється двома джерелами світла: природним бічним світлом протягом дня і штучним світлом у вечірні та нічні години.

У варильному відділенні дотримуються норм освітленості, що встановлені для забезпечення раціонального освітлення, зокрема:

- достатня освітленість робочого місця згідно з встановленими нормами;
- рівномірне освітлення;
- відсутність тіней, особливо рухомих, на робочій поверхні;
- захист від сліпучої дії джерела світла;
- правильний вибір напрямку світла.

Для конкретних професій норми природної освітленості робочих місць або робочих поверхонь навкedListo в таблиці 7.3.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.3 – Норми природної освітленості робочих місць

Професія	Точність зорової роботи	Розряд зорової роботи	Під розряд зорової роботи	Освітленість, лк
Варильник харчової сировини	малої точності	V	B	При люмінесцентних лампах 150/100

Норми штучної освітленості робочих місць наведені представлені в таблиці 7.4.

Таблиця 7.4 – Норми штучної освітленості робочих місць виробничих приміщень підприємства

Найменування приміщень, виробництв	Найменування професій	Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість (штучне), лк	
					При загальному освітленні	
					При газорозрядних лампах	При лампах розжарювання
Варильний цех	Оператор варильного цеху	Малої точності	V+1	B	200	150

У варильному відділенні використовується штучне освітлення. Для зорової роботи використовуються люмінесцентні лампи ЛД-40 зі світловим потоком $F = 1960$ лм, які забезпечують мінімальну освітленість $E_{\min} = 150(100)$ лм.

Згідно з пожежною класифікацією ОНТП 24-86, приміщення варильного цеху відноситься до категорії "Д", що означає наявність негорючих речовин та матеріалів у холодному стані.

Всі працівники варильного цеху мають пройти протипожежний інструктаж та перевірку знань з питань пожежної безпеки як під час прийому на роботу, так і в процесі праці.

Приміщення варильного цеху обладнані необхідною кількістю вогнегасників відповідно до вимог "Правил пожежної безпеки в Україні". Вогнегасники розміщені в легкодоступних і видимих місцях, таких як коридори, біля входів або виходів з приміщень, забезпечуючи при цьому можливість видимості маркувальних написів на корпусі вогнегасників.

У варильному цеху встановлені такі види вогнегасників: ВП-3 (2 шт.) та ВВ-2 (1 шт.). Всі працівники варильного цеху повинні вміти користуватися вогнегасниками.

Евакуаційні виходи і проходи завжди тримаються вільними та не перешкоджаються.

У приміщеннях варильного цеху є декілька заборон:

Заборонено курити і користуватися відкритим вогнем, за винятком газоелектрозварювальних робіт, які можуть проводитися тільки з дозволу адміністрації підприємства.

Заборонено перевантажувати товарно-матеріальними цінностями відділення та зберігати продукцію навалом.

Заборонено захаращувати проходи та підступи до протипожежного інвентарю та обладнання.

Заборонено влаштовувати конторки, антресолі з горючих та важкогорючих матеріалів.

З приводу електробезпеки варильного цеху:

Силове й освітлювальне електроустаткування, електропроводка та інші споживачі електроенергії повинні відповідати вимогам Правил встановлення електроустановок (ПУЕ), Правил будівельних електроустановок (ПБЕ) та Правил технічної експлуатації електроустановок (ПТЕЕ).

Електропроводка, розподільні пристрої, апаратура, електрообладнання, вимірювальні прилади, запобіжні пристрої різних типів, рубильники та інші пускові апарати і пристрої повинні бути змонтовані на негорючих основах, таких як текстильний ламінат (текстоліт), гетинакс та інші відповідні матеріали.

Розподільні електрощити, електродвигуни та пускорегулювальні апарати повинні періодично оглядатися й очищатися від пилу.

Експлуатація тимчасових електромереж заборонена.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Для приготування проєктованих сортів пива в кваліфікаційній роботі використані наукові розробки та інноваційні технології, передбачено використання інуліновмісної сировини – висушеного і обсмаженого коренеплодів цикорію. Завдяки високому вмісту інуліну, макро- мікроелементів, вітамінів, гірких і пектинових речовин, амінного азоту та амінокислот готове пиво збагачується біологічно активними речовинами і набуває лікувально-профілактичних властивостей. Для вирішення актуальної задачі передбачені наступні технологічні заходи і технічні рішення:

1. Транспортування солоду та несолодженої сировини відбувається механічним транспортом – норією і стрічковим транспортером.

2. Затирання солоду і несолодженої сировини відбувається одновідварним способом. Для приготування сусла для пива «Миколаївське світле» з метою гідролізу полісахариду інуліну в затір вносять ферментний препарат «Інулоаваморин П10Х» і здійснюють додаткову витримку затору за температури 55-56 °С протягом 25-30 хв (інулазна пауза);

3. Спосіб приготування пива «Миколаївське темне» не потребує додаткового обладнання і передбачає заміну карамельного солоду обсмаженим цикорієм. Останній в кількості 8 % від засипу завантажують на сита фільтраційного апарату, в якому під час фільтрування затору і промивання дробини відбувається екстрагування розчинних речовин цикорію за температури 78 °С.

4. Кип'ятіння сусла відбувається у сусловарильному апараті фірми «Shteineker» з внутрішнім кип'ятильником і подвійним відбивним екраном. Використання динамічного способу кип'ятіння за низького надлишкового тиску дозволяє скоротити час кип'ятіння від 90 до 60 хв., інтенсифікувати видалення небажаних ароматичних речовин і ДМС, зменшити концентрацію останнього до нормативної (60 мкг/дм³), а витрати гріючої пари на 30 %.

5. Для приготування сусла для пива «Миколаївське цикорне» передбачено приготування водного екстракту обсмаженого цикорію в окремому екстракторі за температури 76-78 °С протягом 60 хв і гідромодулі, який забезпечує вміст сухих речовин 14 % та подальше змішування екстракту з охмеленим суслom, охолодженим до вищевказаної температури в односекційному пластинчастому теплообміннику. Обігрів екстрактора відбувається вторинною парою сусловарильного апарата. Технічне рішення виключає стадію кип'ятіння екстракту, що дозволяє зменшити втрати інуліну, фруктози, вітамінів, гірких і ароматичних речовин цикорію, а також виключити новоутворення ДМС у гідроциклонному апараті «Вірпул».

6. Через підвищений вміст в коренеплодах цикорію гірких речовин (глікозиду інтібіну, атарксатолу, лактуцину, лактопикрину в кількості 0,18-0,32 % в перерахунку на суху речовину) використання висушеного цикорію дозволяє зменшити витрати коштовного гранульованого гіркого хмелю на 20 % (від 20 до 16 г/дал), а обсмаженого цикорію – на 10 % (від 20 до 18 г/дал).

7. Використання цикорію дозволяє підвищити кормову цінність дробини, інтенсифікувати процес зброджування завдяки високому вмісту амінного азоту для живлення дріжджів і зменшити собівартість готового пива.

8. Освітлення сусла від білкового осаду відбувається в гідроциклонному апараті «Вірпул». Охолодження охмеленого освітленого сусла до початкової температури бродіння здійснюють у двохсекційному пластинчастому теплообміннику.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авторское свидетельство СССР № 293496. Экстрактор для растительного сырья / Дебой М.С., Гарькавый А.Д., Гурченко А.П., Лось В.Н. – Заявлено 29.07.1980; Опубл. 30.04.1982, Бюл. № 5.
2. Асортимент і біологічна цінність пива / А.Є. Мелетьєв, З.М. Романова, Г.А. Бартош, С.В. Тертиці // Харчова і переробна промисловість. – 2010. – № 1. – С. 23-25.
3. Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. — [Чинний від 12.05.2010 р.]. — Зареєстровано в міністерству юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. — (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).
4. Домарецький, В. А. Стан і перспективи розвитку пивоварної промисловості України / В. А. Домарецький, І. В. Мельник // Харч. наука і технологія. – 2010. – № 3. – С. 7-9.
5. Домарецький, В.А. Технологія солоду та пива: підруч. / В.А. Домарецький. – К.: ІНКОС, 2004. – 426 с.
6. Закон України «Про охорону праці»: (офіц. текст: за станом на 21 листопада 2002 р.) / Верховна Рада України. – К.: Парламентське вид-во, 2002. –38 с.
7. Инновационная технология низкокалорийного светлого пива с использованием овса и цикория / И.В. Киселев, О.В. Беспалова, А.Д. Лодыгин, Ю.В. Руднев // Пиво и напитки. – 2011. – № 6. – С.28 – 29.
8. Кислота молочна харчова. Технічні умови. ДСТУ 4621 : 2006. Видання офіційне. – К.:Держстандарт України, 2006. . – 17 с. – (Національний стандарт України).
9. Киселев, И.В. Влияние цикория на физико – химические показатели сусле при разработке технологии новых сортов пива / И.В. Киселев, А.Д. Лодыгин, О.В. Беспалова // Пиво и напитки. – 2011. – № 4. – С.10 – 11.
10. Косминский, Г.И. Пиво на основе экстракта цикория / Г.И. Косминский, Н.Г. Царева, Ю.Г. Гунцова // Пиво и напитки. – 2007. – № 5. – С.15 – 16.
11. Косминский, Г.И. Разработка технологии новых сортов пива на основе пряно-ароматического сырья / Г. И. Косминский, Е. А. Козлова, Н. Г. Царева // Пищевая промышленность: наука и технологи. – 2011. – № 4(14). – С. 11-15.С
12. Кошова В.М., Мамон О.О., Удосконалення технології темного пива з використанням цикорію // Сборник научных статей «Техника и технологии. Актуальные научные проблемы. Рассмотрение, решение, практика». 2016. Польша, Гданск. С. 38-43
13. Куц А. М. Технологія бродильних виробництв: конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.051701 “Харчові технології та інженерія” / А.М Куц , В.М Кошова. – К.: НУХТ, 2011. – 156 с.
14. Мелетьєв А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. / А.Є. Мелетьєв, С.Р. Тодосійчук, В.М. Кошова // за ред. А.Є. Мелетьєва. — Вінниця: Нова Книга, 2007. — 392 с.
15. Методичні вказівки до виконання і захисту кваліфікаційної роботи студентами денної та заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробства» напряму підготовки 6.0951701 «Харчові технології та інженерія» /уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, В.О. Маринченко, А.Є. Мелетьєв, М.В.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Білько. – К.: НУХТ, 2010. – 53 с.

16. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, З.М. Романова, М.В. Карпутіна. – К.: НУХТ, 2015. – 92 с.

17. Олександр, Тарнак. Інноваційні способи приготування низькокалорійного дієтичного пива з використанням інуліновмісної сировини [Електронний ресурс] / Олександр Тарнак, Аркадій Камінський, Юрій Булій // Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті, 3-7 квітня 2023 р. – Київ: НУХТ.-Ч.1. С.199.

18. Оптимізація технології приготування пива шляхом вдосконалення процесу приготування пивного сусла / З.М. Романова, В.М. Зубченко, М.О. Романов, О.С. Гушленко // Ukrainian Food Journal. – 2013. – № 2. – С. 7-9.

19. Основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньокваліфікаційним рівнем "бакалавр" / А.І. Ткачук, С.М. Богомаз-Назарова. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард". – 2017. – 156 с.

20. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 2293-99 – [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1999. – 16 с. – (Національний стандарт України).

21. Патент України на винахід № 115397 С12. Спосіб приготування низькокалорійного дієтичного пива / Булій Ю. В., Куц А. М. – Заявлено 06.07.16; Опубл. 25.10.17, Бюл. № 20/2017.

22. Патент на корисну модель № 114793 UA МПК С12С 12/02 (2006.01) Спосіб приготування низькокалорійного дієтичного пива / Булій Ю. В., Куц А. М. ; заявник Національний університет харчових технологій. - № u 201607353 ; заявл. 06.07.2016 ; опубл. 27.03.2017, Бюл. №6. – 13 с.

23. Патент на корисну модель № 113334 UA МПК С12С 7/00 (2017.01) Спосіб приготування сусла для темного пива / Булій Ю. В., Куц А. М., Кошова В. М. ; заявник Національний університет харчових технологій. - № u 201607349 ; заявл. 06.07.2016 ; опубл. 25.01.2017, Бюл. №2.

24. Пиво. Загальні технічні умови: ДСТУ 3888—15. – [Чинний від 2015-01-01]. –К.: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 2015 р. - 42 с. – (Національний стандарт України).

25. Солод. Загальні технічні умови: ДСТУ 4282:2018 [Чинний від 01.12.07] – К.: Державний стандарт України ,2018 – 7с – (Національний стандарт України).

26. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / А.Є. Мелетьєв, В.А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук та ін. // під ред. А.Є. Мелетьєва. — К.: НУХТ, 2007. — 256 с.

27. Хміль. Технічні умови ДСТУ 7067:2009. – [Чинний від 01.07.2011].- К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 31 с. – (Національний стандарт України).

28. Хонокова, М.Б. Технология специального пива / М.Б. Хонокова, А.У. Гетажеева // Пиво и напитки. – 2010. – № 4. – С.22 – 23.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						69

29. Цикорій коренеплідний. Корені цикорію висушені для промислової переробки. Технічні умови ДСТУ 4753 : 2007 – [Чинний від 01.07.2007].- К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 25 с. – (Національний стандарт України).

30. Ячмінь. Загальні технічні умови. ДСТУ 3769 – 98. Видання офіційне. – К.: Держстандарт України, 1998 . – 17 с. – (Національний стандарт України).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						70