

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Навчально-науковий інститут хімічних технологій та інженерії _____

Кафедра Біотехнології, біофізики та аналітичної хімії _____

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія _____

Освітня програма 162 Біотехнології та біоінженерія _____

До захисту допускаю
Завідувачка кафедри
проф. Ольга БЛИЗНЮК
(ім'я та прізвище)

(підпис, дата)

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Тема проєкту Біотехнологія виробництва пива з додаванням ягідної сировини

Шифр проєкту ХТ-418а.01
(група, номер теми за наказом)

Виконавець Бекіров Микита Артемович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівниця Мироненко Лілія Сергіївна
(посада, прізвище, ім'я, по-батькові)

Харків 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Навчально-науковий інститут хімічних технології та інженерії
Кафедра Біотехнології, біофізики та аналітичної хімії
Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)
Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія
Освітня програма 162 Біотехнології та біоінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри _____

(підпис)

Ольга БЛИЗНЮК

«_____» _____ 2022 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТЦІ**

Бекіров Микита Артемович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проєкту Біотехнологія виробництва пива з додаванням ягідної сировини

Керівниця проєкту Мироненко Лілія Сергіївна

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

затверджена наказом закладу вищої освіти від «12» квітня 2022 р. № 600 СТ

2 Термін подання студентом проєкту _____

3 Вихідні дані до проєкту Обсяг виробництва 60 т/рік, умови виробництва

Штами бактерій *Saccharomyces cerevisiae*

4 Перелік питань, які потрібно розробити у пояснювальній записці:

- техніко-економічне обґрунтування виробництва;

- запропонувати удосконалення виробництва;

- провести технологічні розрахунки;

- провести економічні розрахунки;

- описати заходи з охорони праці та навколишнього середовища;

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

Презентація А-4, 17 аркушів, з обов'язковими слайдами

6 Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування	Близнюк О.М., проф., зав.каф.		
Охорона праці та навколишнього середовища	Близнюк О.М., проф., зав.каф.		

7 Дата видачі завдання 15 лютого 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер етапу	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітки
1	Вибір і обґрунтування теми, постановка проблем і завдань	03.02.2022	виконано
2	Аналітичний огляд джерел інформації, вибір схеми виробництва	24.02.2022	виконано
3	Підготовка і виконання пояснювальної записки	23.03.2022	виконано
4	Економічне обґрунтування та підготовка висновків	27.04.2022	виконано
5	Складання відомості документів оформлення ПЗ	18.05.2022	виконано
6	Виконання презентації, підготовка доповіді	01.06.2022	виконано
7	Подання ДП на відгук керівнику та рецензію	09.06.2022	виконано
8	Подання ДП на допуск до захисту	11.06.2022	виконано
9	Захист ДП	16.06.2022	виконано

Студент _____

(підпис)

Керівниця проєкту _____

(підпис)

Микита БЕКІРОВ

(ім'я, прізвище)

Лілія МИРОНЕНКО

(ім'я, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Навчально-науковий інститут хімічних технології та інженерії

Кафедра Біотехнології, біофізики та аналітичної хімії

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

Освітня програма 162 Біотехнології та біоінженерія

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проєкту**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему Біотехнологія виробництва пива з додаванням ягідної сировини

Виконав студентка 4 курсу,
групи ХТ-418а

Микита БЕКІРОВ

(підпис, ім'я та прізвище)

Керівниця Лілія МИРОНЕНКО

(підпис, ім'я та прізвище)

Рецензентка Олександра ВАРАНКІНА

(підпис, ім'я та прізвище)

Нормоконтроль Сергій САМОЙЛЕНКО

(підпис, ім'я та прізвище)

Харків 2022

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до ДП: 76 с., 3 рис., 20 табл., 55 посилань.

Ключові слова: БІОТЕХНОЛОГІЯ, ПИВОВАРІННЯ, ПИВО, ЯГОДИ ЧЕРЕМХИ, ДРІЖДЖІ, ЗЕРНОПРОДУКТИ, СОЛОД, СУСЛО, ВЕРХОВЕ БРОДІННЯ .

Кваліфікаційну роботу бакалавра присвячено розробці проекту біотехнології пивоваріння з додаванням черемхи звичайної (*Prúnus pádus*).

Цільовим продуктом розробленого проекту біотехнології є пиво з удосконаленим смаком, покращеним хімічним складом, лікувальними та профілактичними властивостями завдяки збагаченню напою біологічно активними речовинами черемхи звичайної (*Prúnus pádus*). До числа біологічних агентів біотехнології належать пивні дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae* верхового бродіння, біомаса подрібнених ягід черемхи звичайної (*Prúnus pádus*) як рослинної добавки до біоагенту. Обґрунтовано технологічну схему виробництва пива, наведено особливості процесу обробки рослинної сировини та реалізації технології виготовлення сусла. Проведено технологічний розрахунок основного обладнання виробничої лінії, проаналізовано біологічну активність рослинної добавки, питання екологічної безпеки й охорони праці у галузі та економічні переваги запровадження проекту біотехнології.

Наукова новизна полягає у розробці проекту біотехнології пива з додаванням у сусло подрібнених ягід черемхи звичайної (*Prúnus pádus*) у кількості 0,05 %, що забезпечує імунно-моделюючі властивості готового продукту.

Практична цінність отриманих результатів полягає в оптимізації якості пива, удосконаленні його смаку, покращенні хімічного складу, лікувальних та профілактичних властивостей.

ABSTRACT

Explanatory note of DP: 76 pp., 3 drawings, 20 tables, 55 literatures.

Key words: BIOTECHNOLOGY, BREWING, BEER, BERRIES, BIRD CHERRY, YEAST, GRAIN PRODUCTS, MALT, WHORTS, TOP FERMENTATION.

The bachelor's qualification was assigned to the project of biotechnology of the brewery with the addition of bird cherry ordinary. Method involves usage of cereal products and taste additive. Portion of hop products being used as said taste additive are recommended to substitute by bird cherry component. Mentioned above bird cherry component may be used as crushed berries and/or sprouts of bird cherry, extracts, juice or syrup thereof.

The main product of the biotechnology project developed is beer with improved taste, improved chemical warehouse, juicy and preventive powers of the zavoddyka, enriched with biologically active speeches of bird cherry ordinary (*Prúnus pádus*). To the number of biological agents in biotechnology, there should be a brewer of yeast species *Saccharomyces cerevisiae* of the grassroots brooding, the biomass of the rhizome of the bird cherry ordinary (*Prúnus pádus*) as a plant additive to the bioagent. The technological scheme of beer production was grounded, special features were introduced to the process of processing the thick syrup and the implementation of the wort preparation technology. Technological research of the main planting line was carried out, the biological activity of the plant additive, nutrition of the ecological safety and protection of the work in the garden were analyzed, and the economic benefits of the project of biotechnology were analyzed.

The scientific novelty of the beer biotechnology project is supported by the addition of the wort of the modified biomass of the rhizomes of bird cherry ordinary (*Prúnus pádus*) in the amount of 0.05%, which ensures the safety of the immune-modeling power of the finished product.

The value of taking away the results is practical in optimizing the quality of beer, improving the taste, improving the chemical warehouse, judicious and preventive powers.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Аналіз стану проблеми виробництва пива, його асортимент, технології та нові напрямки його виготовлення	7
1.1 Характеристика і асортимент пива.....	7
1.2 Особливості хімічного складу, харчової та біологічної цінності пива.....	9
1.3 Якість, термін зберігання і процеси, які відбуваються при зберіганні пива.....	13
1.4 Нові напрямки у виробництві пива.....	15
1.4.1 Пиво з додаванням ягід барбарису.....	15
1.4.2 Пиво з додаванням ягід аронії.....	16
1.4.3 Пиво з додаванням ягід чорниці.....	18
2 Розробка технологічної схеми виробництва світлого пива.....	23
2.1 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів.....	23
2.1.1 Вимоги щодо якості сировини та допоміжних матеріалів.....	23
2.1.2 Хімічний склад, харчова цінність, показники екологічної чистоти сировини.....	27
2.1.3 Стандарти на сировину та допоміжні матеріали.....	31
2.1.4 Транспортування, приймання, зберігання.....	32
2.2 Описання технології виробництва світлого пива з додаванням ягідної сировини.....	33
2.2.1 Розробка і опис технологічної схеми.....	33
2.2.2 Опис запропонованої зміни в технології.....	36
2.2.3 Вимоги щодо якості готової продукції. Стандарти на готову продукцію.....	39
2.2.4 Характеристика хімічного складу та екологічної чистоти.....	40
2.3 Розрахунок матеріального балансу пива з додаванням ягідної сировини	43
2.4 Зображення та характеристики основного апарату для проведення технологічного процесу.....	49

3 Охорона праці та навколишнього середовища.....	52
3.1 Загальні питання охорони праці	52
3.2 Організація управління охороною праці на підприємстві.....	53
3.3 Шкідливі речовини.....	55
3.4 Параметри мікроклімату.....	55
3.5 Опалення та вентиляція.....	56
3.6 Освітлення.....	56
3.7 Шум та вібрація.....	57
3.8 Міри безпеки.....	58
3.9 Електробезпека.....	59
3.10 Охорона навколишнього середовища.....	60
4 Економічна ефективність проекту	61
4.1 Виробнича програма підприємства.....	62
4.2 Розрахунок вартості і потреби у сировині й матеріалах.....	63
4.3 Розрахунок вартості і потреби в енергоресурсах.....	63
4.4 Розрахунок чисельності промислово-виробничого персоналу та річного фонду оплати праці.....	66
4.5 Розрахунок собівартості продукції та прибутку.....	68
Висновки.....	71
Список джерел інформації.....	72

ВСТУП

Пиво -- це ферментований, часто алкогольний напій, багатий на вуглеводи, амінокислоти, мінерали, вітаміни і фенольні сполуки. Останні переважно походять із солоду (70-80%) й у меншою мірою з хмелю [1]. Пиво, зварене у стилі табор з використанням низового бродіння низькотемпературних штамів (від 3,3 до 13,0 °C) *Saccharomyces pastorianus*, становить понад 90% пива, що виробляється у всьому світі [2]. Відомі бренди, такі як Oettinger, виробляють світле пиво у стилі lager. З іншого боку, елі зазвичай зброджуються при більш високих температурах (20±4°C) штамми дріжджів верхнього бродіння, що призводить до утворення ефірів та інших вторинних смакових та ароматичних сполук [3].

На світовому ринку пива все ще домінують традиційно зварені та масово вироблені сорти, а в деяких країнах дозволені лише основні інгредієнти (вода, солод, хміль та дріжджі). Проте, останнім часом можна спостерігати значне збільшення обсягу ринку ремісничого пива. Цей ринок, що розвивається, частково обумовлений новизною і демонструє набагато короткі інноваційні цикли, ніж ринок традиційного пива [4, 5]. Це призвело до диверсифікації доступних сортів пива та активного пошуку нових цікавих сортів та смаків [6]. Фруктові настої та фруктове пиво – одна з таких тенденцій, яка останнім часом набирає популярності. Пиво з фруктовими інгредієнтами може мати додаткові смакові якості, а також додаткові або підвищені біоактивні сполуки, які, крім іншого, можуть призвести до підвищення окислювальної стійкості напою.

Фрукти використовувалися як добавки до пива протягом століть, особливо в бельгійських кислих сортах ламбіка [7]. Багато тропічних, субтропічних та помірних фруктів мають не тільки харчову цінність, але й споживчі властивості, які іноді можна простежити за антиоксидантною активністю фенольних сполук [8]. Поліфеноли - це природні антиоксиданти,

що відіграють важливу роль в організмі людини завдяки своїй здатності пригнічувати вільні радикали, які можуть спричинити пошкодження клітин [9].

Пиво — найширше споживаний алкогольний напій у світі та третій за популярністю напій після води та чаю (Guido, 2019). Міні-пивоварні були одним із найвищих факторів зростання ринку пива, набираючи обороти на місцевих ринках та збільшуючи частку у міжнародній торгівлі (Yeo and Liu, 2014). Незважаючи на те, що кислі сорти пива, такі як бельгійський ламб'їк, фландрський і німецький берлінер вайсс, як і раніше поступаються місцем індійському пейл-елю (IPA), вони швидко стають одними з найпопулярніших стилів пива (Strong and England, 2015; et al., 2019). Їхня чиста молочна кислотність досягається за рахунок молочнокислого суслу з додаванням специфічної культури молочнокислих бактерій перед первинним бродінням (Dysvik et al., 2019). Низька гіркота та вміст алкоголю у багатьох із цих стилів сприяють їхньому освіжаючому профілю (Strong and England, 2015).

Багато пивоварів експериментували з новими інгредієнтами у своїх рецептурах, що призвело до інноваційного соціального процесу у пивоварній та крафтовій індустрії (Forde, 2017). Фактично використання сировини, відмінної від солоду, хмелю, дріжджів і води, було поширеним підходом до нових рецептур пива (Schuina et al., 2020). Фрукти, поряд з овочами, спеціями та квітами, є найчастіше використовуваними інгредієнтами для цієї мети (Strong and England, 2015). У той час як фрукти можна додавати практично в будь-який стиль пива, пивовари зазвичай воліють додавати їх у кисле пиво, тому що фруктові уподобання більш природні (Tonsmeire, 2014). Крім того, багато фруктів є джерелом антиоксидантів (Jin et al., 2014; Martínez et al., 2017a), тому додавання фруктів може збільшити додану вартість пива, біологічно активні сполуки та антиоксидантну силу. Крім того, висока антиоксидантна активність може сприяти зменшенню окисних реакцій, зберігаючи органолептичні характеристики пива при зберіганні (Caballero et al., 2012).

У деяких дослідженнях оцінювався вплив пивоваріння з використанням фруктів (Martínez et al., 2017b; Kawa-Rygielska et al., 2019) та овочів (Horincar et al., 2020) на фізико-хімічні характеристики пива та антиоксидантну здатність. Однак мало інформації про вплив додавання фруктів на якість та антиоксидантні властивості кислого пива.

Останніми роками до пивоварного процесу все частіше додають фрукти, особливо в ремісничих пивоварнях. Додавання фруктів призводить до зміни органолептичних характеристик та хімічного складу пива. Додавання фруктів до пива практикується вже давно. Останніми роками ця тенденція посилилася, особливо у ремісничих броварнях. На форумах та сайтах, присвячених домашньому пивоваренню, можна знайти поради щодо зміцнення пива шляхом додавання різних фруктів, включаючи чорницю.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПИВА, ЙОГО АСОРТИМЕНТ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА НОВІ НАПРЯМКИ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ (літературний огляд)

1.1 Характеристика і асортимент пива

Пиво являє собою ігристий, освіжаючий напій з характерним хмелевим ароматом і приємним гіркуватим смаком. Внаслідок насиченості вуглекислим газом і змісту невеликої кількості етилового спирту пиво не тільки втамовує спрагу, але і підвищує загальний тонус організму людини. Будучи гарним емульгатором їжі, воно сприяє більш правильному обміну речовин і підвищенню засвоєння їжі. До того ж, екстракт пива досить легко і повністю засвоюється організмом [4].

В пиві міститься деяка кількість таких вітамінів як В1 - тіамін, В2 - рибофлавін, Н - біотин, В6 - піридоксин і значно більше вітаміну РР - ніацину. Пиво підвищує апетит. Калорійність 1 л пива знаходиться в межах 1675-3350 кДж (400 - 800 ккал). Щоправда, лише близько половини цієї калорійності припадає на вуглеводи і білки, більша частина - на спирт. Маючи певну поживною цінністю і приємний характерний смак, пиво як напій дуже популярне серед споживачів [20].

В даний час не існує єдиної системи класифікації пива в усьому його розмаїтті. Думки американських і європейських авторів дещо розходяться в питаннях класифікації.

За способом бродіння

У США і більшості країн Європи основною класифікацією сортів пива є саме така. Згідно з нею, більшість сортів пива за способом бродіння можна віднести до лагеру або елю.

Ель зброджується при відносно високій температурі (15-25°C) з використанням дріжджів верхового бродіння. Елі часто мають фруктовий смак, зазвичай у них підвищений вміст спирту.

Лагер -- найбільш поширений в світі тип пива. При приготуванні лагера використовуються дріжджі низового бродіння. Лагер зброджують при відносно низьких температурах (5-15°C), після чого тривалий час витримують при температурі близько 0 °C - за цей час пиво освітлюється і насичується вуглекислим газом.

Ламбік (бельгійське пиво мимовільного бродіння) -- зброджується за технологією лагера, але без використання культурних дріжджів, за допомогою мікроорганізмів, які присутні в самому суслі і які потрапляють у нього з повітря.

Пшеничне пиво -- крім наявності пшеничного солоду відрізняється тим, що для приготування пива використовують метод доброджування в плящі. Як правило, пшеничне пиво подається нефільтрованим, тому замість назви Weizenbier (нім. - пшеничне пиво) використовують Weissbier (нім. - біле пиво).

Гібридні сорти - їх приготування пов'язане з комбінуванням інгредієнтів і технологій, характерних для різних типів пива.

За кольорами

Класифікація пива за кольорами широко поширена в Україні, Росії, а також в деяких інших європейських країнах, наприклад в Іспанії. Розрізняють темне, світле, червоне і біле пиво.

При приготуванні темного пива використовується обсмажений солод.

Кольоровість пива визначається ступенем обсмаженості солоду і кількістю темного солоду, що використовується при варінні. Найбільш темні сорти солоду не можуть використовуватися самостійно без світлих сортів, так як при обсмажуванні втрачаються ферменти, необхідні для оцукрювання сусла.

Найбільш поширені сорти темного солоду: Мюнхенський; Віденський; Карамельний; Шоколадний; Палений.

Чіткого співставлення кольорів і класифікації за способом бродіння немає: темним може бути як ель, так і лагер.

Пиво не на основі ячменю

У деяких сортах пива ячмінний солод частково замінюється на інші зернові (солод або непророщені зерна). З нього виготовляють такі різновиди: Пшеничне пиво; Житнє; Рисове; Кукурудзяне.

Існують також екзотичні сорти пива, повністю не на основі ячменю (напр. бананове пиво (англ. Banana beer), на основі молока, трав'яне пиво, овочеve і фруктове пиво).

З масовою часткою сухих речовин у початковому суслі пиво підрозділяють на групи:

- 8%, 9%, 10%, 10,5%, 11%, 11,5%, 12%, 12,5%, 13%, 13,5%, 14%, 14,5%, 15%, 15,5%, 16%, 16,5%, 17%, 17,5%, 18%, 18,5%, 19%, 19,5%, 20% світле;
- 10%, 10,5%, 11%, 11,5%, 12%, 12,5%, 13%, 13,5%, 14%, 14,5%, 15%, 15,5%, 16%, 16,5%, 17%, 17,5%, 18%, 18,5%, 19%, 19,5%, 20% напівтемне;
- 11%, 11,5%, 12%, 12,5%, 13%, 13,5%, 14%, 14,5%, 15%, 15,5%, 16%, 16,5%, 17%, 17,5%, 18%, 18,5%, 19%, 19,5%, 20% темне.

Пиво з малим вмістом алкоголю має масову частку сухих речовин початкового сусла (щільність) до 5 %, з середнім - до 12 %, міцне - понад 14 %.

За способом обробки пиво ділять на фільтроване та нефільтроване. Фільтроване пиво в свою чергу - на непастеризоване і пастеризоване, нефільтроване - на освітлене та неосвітлене [6, 25].

1.2 Особливості хімічного складу, харчової та біологічної цінності пива

Пиво є натуральним алкогольним напоєм, який містить велику кількість з'єднань, що утворюються в процесі ферментації і надходять в нього з рослинної сировини. Основними компонентами є вода (91-93%), вуглеводи (1,5-4,5%), етиловий спирт (1,5-6% мас) і азотовмісні речовини (0,2-0,65%).

Вода становить велику, але не найважливішу частину пива. У поєднанні з розчиненими мінеральними речовинами, CO₂ і низькою температурою споживання вона не тільки відшкодовує частину потреби людини в рідині, але і особливо добре вгамовує спрагу [13].

Етиловий спирт є важливим компонентом напою. Він засвоюється організмом безпосередньо перетворюючись в енергію. Калорійність пива досить висока, становить близько 400-450 ккал/л. Алкоголь міститься в пиві не тільки у вигляді етилового спирту. Він завжди присутній спільно з іншими вищими аліфатичними спиртами, які утворюються завдяки обміну речовин дріжджів при бродінні. Ці вищі спирти називають також сивушними маслами. Вони забирають аміногрупи у амінокислот, що містяться в суслі, та заміняють їх групою -ОН спиртів. При цьому дуже важливу роль грає надлишок або недолік тих чи інших амінокислот [21].

Екстракт пива складається приблизно на 75-80% з вуглеводів, особливо декстринів, на 6-9% з білкових речовин, на 4-5% гліцерину, а також мінеральних, дубильних і гірких речовин, органічних кислот і ряду сполук, які впливають на якість пива, незважаючи на те, що вони присутні в дуже малих кількостях.

Важливе значення у складі екстракту мають білкові речовини. Вони на 80-85% надходять із солоду і на 10-15% з дріжджів. Вони впливають на піностійкість, повноту смаку пива.

Гліцерин міститься в кількості 500-1600 мг/л. Він виходить як побічний продукт при спиртовому бродінні і бере участь формуванні смаку пива [28].

На якість пива впливають також мінеральні речовини, які надходять до пива здебільшого із солоду. В біологічно значних кількостях в пиві присутні іони калію, натрію, кальцію, магнію, фосфору, сірки і хлору. Пиво відрізняється від інших алкогольних напоїв і, зокрема, від вина високим вмістом калію (160 - 450 мг/л). При цьому в пиві відносно мало натрію (близько 120 мг/л).

Вітаміни надходять в пиво в основному із солоду, багатого вітамінами групи В. Тому в пиві, на відміну від натурального вина, міститься досить велика кількість вітаміну В1, або тіаміну (0,005-0,15 міліграм/л) і вітаміну В2, або рибофлавіну (0,3-1,3 мг/л). Вживання пива в кількості 1 л на день здатне забезпечити 40-60% добової потреби в цих вітамінах. Пиво збагачене і іншими вітамінами. Вміст вітаміну С або аскорбінової кислоти становить 20-50 мг/л. 1 л пива приблизно на 70% забезпечує добову потребу в цьому вітаміні. В пиві відносно мало вітаміну В6 або піридоксину (0,4-1,7 мг/л), пантотенової кислоти (0,4-1,7 мг/л) і біотину (близько 5 мг/л) [9].

Вміст поліфенолів в пиві приблизно в 10 разів нижче, ніж у натуральному виноградному вині, і коливається в межах 150 мг/л. Близько 90% фенольних сполук надходить у пиво із солоду, а решта - з хмелю. Фенольні сполуки пива можна віднести до найбільш цінних, в біологічному значенні, його компонентів. Разом з тим, встановлено, що фенольні сполуки, забезпечують його бактерицидну, бактеріостатичну дію і полегшують абсорбцію мінеральних речовин та інших компонентів їжі [11].

Аромат і колір пива, крім гірких речовин, визначають ароматичні та інші сполуки, що надходять у напій з хмелю і входять до складу хмелевого масла. На сьогоднішній день ідентифіковано більше 70-і компонентів, віднесених до цього класу речовин.

Поживна і фізіологічний значення пива дуже велика. Якщо не враховувати побутове уявлення про дію алкоголю, то обґрунтувань для популярності пива може бути досить багато:

Пиво краще інших напоїв втамовує спрагу, тобто задовольняє потребу організму в рідині; пиво збуджує апетит; стимулює травлення. Це пояснюється тим, що під дією невеликої кількості алкоголю, а також виділення двоокису вуглецю посилюється діяльність травних ферментів. Ця стимулююча дія пива має вагоме значення; пиво має сильну сечогінну дію. Причину цього слід шукати в компонентах хмелю і солей калію. Діурез може бути істотним і іноді відчуватися як незручність; володіє снодійною

властивістю. Невеликі кількості алкоголю через короткий час надають заспокійливу дію. В малих кількостях пиво не викликає втому, а розслабляє, усуваючи нервові напруження.

З усіх властивостей, що обумовлюють харчову цінність, найбільше значення мають енергетична, фізіологічна і органолептична цінність, засвоюваність і безпека [2].

Біологічна цінність і ефективність пива несуттєві, так як зміст білків в ньому невелика (всього 6-9% на суху речовину). Жири в пиві практично відсутні.

Енергетична цінність пива визначається вмістом етилового спирту. Велика частина спирту витрачається на енергетичні цілі. Крім того, енергетична цінність обумовлена екстрактними речовинами, серед яких переважають вуглеводи, гліцерин, органічні кислоти. Інші речовини, що входять до складу екстрактних, володіють не енергетичною, а фізіологічною цінністю.

Фізіологічна цінність пива обумовлена насамперед тією часткою етилового спирту, яка перетворюється в речовини наркотичної дії. Саме ці речовини викликають п'яний ефект і впливають на центральну і периферійну нервову, а також серцеву систему. При надмірному споживанні пива, особливо з підвищеним вмістом етилового спирту, може викликати різного ступеня сп'яніння. При частому і великому споживанні виникає алкогольна залежність ("пивний алкоголізм"). Дія алкоголю пива близько до дії вина. Вуглеводи, поліфеноли, органічні кислоти та інші речовини пом'якшують дію алкоголю на нервову систему.

Органолептична цінність пива обумовлена смаком, ароматом, кольором і піною (заввишки і стабільністю). Смак пива визначається комплексом речовин, які екстрагувалися в сусло з солоду і хмелю, а також утворених при виробництві. Внаслідок цього пиво набуває специфічний смак, в якому гармонійно поєднуються гіркуватий і кислуватий присмаки.

Засвоюваність пива висока, так як його основні поживні речовини знаходяться в розчиненому вигляді, і лише невелика частина - у вигляді колоїдних з'єднань [8].

1.3 Якість, термін зберігання і процеси, які відбуваються при зберіганні пива

Пиво повинно вироблятися відповідно до вимог діючого стандарту і технологічних інструкцій, з дотриманням санітарних норм та правил у встановленому порядку. Технічні вимоги зводяться для того, щоб складові компоненти пива в умовах виробництва і зберігання піддавалися якнайменшим змінам.

Якість пива характеризують його прозорість, колір, аромат, смак і піноутворення.

Прозорість. Пиво, налите в келих, повинно справляти приємне враження і задовольняти естетичним вимогам. Пиво, що відпускається споживачам, має бути прозорим. Якщо дивитися через скло світле пиво має іскритися і давати блиск.

В пиві допускається легка опалесценція -- ледве помітна муть, яка залежить від різних факторів (наявність оксалату кальцію, порушення режиму затирання і кип'ятіння сусла, неповнота оцукрювання затору).

Колір. За кольором пиво розрізняють на світле і темне з характерним для кожного сорту відтінком. Світле пиво повинно мати світло-золотисто-жовтий колір. До темних сортів пива пред'являють менш жорсткі вимоги, однак у них повинна бути певна взаємозалежність кольору з смаковими властивостями. Колір кожного пива повинен бути постійним. Залежить від хімічного складу солоду, хмелю і води, а також від режиму приготування сусла і пива [7].

Аромат. Типові сорти пива розрізняються між собою ароматом. Для світлих сортів пива характерний хмельовий, а для темних -- солодовий аромат. Мікроорганізми в пиві можуть викликати появу стороннього запаху.

Смак. Смак, який передається пиву хмелем і солодом, називають чистим. Присмак смоли, металу, деревини, дріжджів порушує характерний смак пива, тому сторонніх присмаків в пиві бути не повинно. Підвищення кислотності і терпкості також неприпустимі. У світлому пиві переважає тонка хмелева гіркота, яка поєднується з ледве помітним смаком екстракту солоду. Для темного пива характерні чітко виражений солодовий смак і незначна солодкість.

Важливою властивістю пива є повнота смаку, яка спричиняється наявністю складного смакового комплексу (декстрини, меланоїдини, азотисті речовини, етанол, вищі спирти, ефіри).

Дуже важливе значення для смаку пива має гарне насичення діоксидом вуглецю. Діоксид вуглецю в пиві повинен бути хімічно зв'язаний і знаходиться у вигляді найменших бульбашок (тонкої дисперсії), що забезпечує його повільне виділення [27].

Гіркота пива. Характерна гіркота залежить від якості і свіжості хмелю. Хмелева гіркота в пиві хорошої якості повинна яскраво відчуватися лише в момент його вживання, а потім відчуття гіркоти швидко проходить. Якщо це відчуття залишається, то це пояснюється низьким ступенем дисперсності хмельових речовин, підвищеною концентрацією поліфенолів хмелю і високою карбонатної жорсткості води.

Піноутворення. Ознакою високої якості пива є густа і стійка піна. Гарне утворення піни спостерігається при достатньому насиченні пива діоксидом вуглецю і при наявності поверхнево-активних речовин.

Тривалість існування піни (піностійкість) є важливою характеристикою. Під піностійкістю розуміють час, що минув з моменту виникнення піни до її руйнування.

Зберігатися пиво має при температурі від 2 до 12 °С (непастеризоване), при температурі від 10 до 20°С (пастеризоване). Гарантійний термін зберігання пива в залежності від сортів становить від 7 до 17 діб (непастеризоване); пастеризоване пиво зберігається від одного до

трьох місяців (1 місяць - без застосування стабілізаторів, 3 місяці - із застосуванням стабілізаторів). Пиво з застосуванням антиоксидантів і консервантів може зберігатися до одного року [32].

1.4 Нові напрямки у виробництві пива

1.4.1 Пиво з додаванням ягід барбарису

Барбарис (*Berberis microphylla*) -- дика ягода, ендемічна для Андско-патагонської зони Аргентини та Чилі. Незважаючи на те, що він широко не використовується і не споживається, він має великий потенціал для фарбування та збагачення різних харчових матриць завдяки високому вмісту антоціанів та антиоксидантів. Метою даного дослідження було оцінити вплив додавання барбарису на показники якості та стабільність кислого пива. Було проаналізовано харчові, фізико-хімічні та органолептичні характеристики пива. По-перше, після первинного бродіння в кисле пиво додавали різну кількість ліофілізованого барбарису (0, 2,5, 5 та 10 г/л). У наступному експерименті пиво, зварене з 0 (контроль) та 5 г/л барбарису, зберігалось при 5°C до 90 днів та оцінювалося щомісяця. Як показали параметри CIE Lab та Abs520nm, додавання барбарису призвело до помітного зміщення кольору у бік рубіново-червоних тонів. Це також збільшило вміст TEAC та фенолів у 2-4 рази, не впливаючи на рН, кислотність або щільність пива.

Крім того, це позитивно позначилося на загальному враженні, зовнішньому вигляді, ароматі, смаку та збалансованих оцінках у навченій органолептичній групі. Загальна кількість антоціанів у пиві варіювалася від 30 до 100 мг D3G л-1. Пиво, зварене з плодами барбарису, виявило стабільну антиоксидантну здатність, загальний вміст антоціанів, а також ступінь іонізації та полімеризації антоціанів при зберіганні. Результати показують, що барбарис можна використовувати як інгредієнт для приготування червоного та збагаченого антиоксидантами кислого пива з хорошою стабільністю при зберіганні.

Додавання фруктів робили після завершення первинного бродіння (кінцева щільність 1,010) пиво розділяли на 4 групи ферментерів по 5 л у кожній і додавали ліофілізований барбарис у кількості 0 (контроль), 2,5, 5 та 10 г/л. CO₂ барботували через пиво протягом 10 хвилин, щоб забезпечити правильний розподіл та сприяти вилученню фруктових компонентів, уникаючи включення та окиснення O₂. Пиво витримували при 10°C протягом п'яти днів, а потім перенесли і витримували при 5°C протягом 2 днів для освітлення. Для кожної обробки використовували три повтори. Після освітлення пиво газували вуглекислим газом і розливали під тиском скляні пляшки карамельного кольору ємністю 340 мл. Через 2 дні при 5 °C зразки відбирали та оцінювали.

Сублімований порошок барбарису, доданий у кількості 2,5-10 г на літр, викликав помітне посилення червоного кольору та антиоксидантної здатності кислого пива. Додавання 5 г л⁻¹ барбарису призвело до отримання червоно-рубінового пива з високими фруктовими характеристиками, що демонструє дворазове збільшення антиоксидантної здатності без відповідних змін рН, кислотності або густини. Барбарисове пиво виявилось стабільним після 90 днів зберігання при 5°C, без змін кольору пива, вмісту антоціанів, антиоксидантної здатності, рН, кислотності або щільності.

Стабільність кольору була пов'язана з відносно низьким рівнем рН аналізованого кислого пива, що дозволило виявити високий вміст антоціанів у їхній стабільній іонізованій флавілієвій формі. Результати свідчать, що барбарис може підвищити цінність пива. Пивоваріння з барбарисом призвело до рубіново-червоного кольору, насиченого антиоксидантами та антоціанами кислого пива з високою стабільністю.

1.4.2 Пиво з додаванням ягід аронії

Ягоди аронії -- багаті антиоксидантами плоди з вираженим кислим і терпким смаком, що обмежує їх кулінарне застосування. Раніше ферментація довела свою ефективність у видаленні терпкого смаку з різних фруктових

соків. В даному дослідженні односолодовий світлий ель був виготовлений і настояний на ягодах аронії за різних технологічних умов шляхом додавання багатих антиоксидантами плодів на різних стадіях процесу варіння пива. Були визначені вміст поліфенолів, антиоксидантний потенціал та колір. Спостерігалася позитивна кореляція між кількістю доданої аронії та антиоксидантним потенціалом. Більш висока концентрація доданої аронії також збільшувала вміст поліфенолів та колірний показник ЕВС, у той час як зміни у результуючому рН не спостерігалось. Збільшення кількості аронії підвищило атенюацію, що свідчить про позитивний вплив на утилізацію цукру під час ферментації. Додавання аронії після кип'ятіння забезпечило найбільше забарвлення та антиокислювальну здатність, у той час як додавання аронії до кип'ятіння забезпечило аналогічну антиокислювальну здатність при нижчому показнику ЕВС. Загалом наполягання світлого елю на ягодах аронії може підвищити рейтинг ЕВС, вміст поліфенолів та антиокислювальну здатність пива.

Ягоди аронії, плоди чагарника *Aronia melanocarpa*, стають все популярнішими завдяки високому вмісту антиоксидантів. Повідомлялося про концентрацію антоціанів до 1480 мг на 100 г свіжої ваги [10]. Пряме вживання ягід аронії в їжу не поширене, оскільки високий вміст таніну призводить до сильної в'язучої здатності через зв'язування білків та осадження на слизовій оболонці рота [11]. Зміни у в'язучій здатності спостерігалися у різних ферментативних процесах та продуктах. Загальними взаємодіями є метаболізм в'язких сполук та їх осадження під час ферментації.

Процес пивоваріння показаний на малюнку 1. Затор готували з віденського солоду, який подрібнювали до відповідного розміру і змішували з водою у співвідношенні 1:5,25, в результаті чого 4 кг солоду змішували з 21 л води в комерційній установці пивоварної Shandong Zunhuang (Цзинань, Китай). Затирання починалося при температурі 51°C протягом 15 хв, оцукрювання проводилося при 67°C протягом 30 хв і при

70°C протягом 15 хв, а затирання закінчувалося при 75°C протягом 5 хв. Сусло фільтрували і відокремлювали від відпрацьованих зерен за допомогою встановленого металевого сітчастого фільтра та додаткової фільтрації через тканину. Сусло розділили на партії по 800 мл і окремо кип'ятили протягом години, п'ять партій кип'ятили з різною концентрацією ягід аронії (DCA) протягом 1 години, а за 10 хв до закінчення кип'ятіння додали 0,2 г хмелю. Інші п'ять партій сусла кип'ятили з 10 г ягід аронії, доданих у час у процесі кип'ятіння (DBT). Тут також додавали 0,2 г хмелю за 10 хв. до закінчення кип'ятіння. Гірке сусло охолодили та інокулювали 0,5 г дріжджів. Первинне бродіння проводилося за температури 18°C. В одну партію після кип'ятіння додали 10 г ягід аронії, в іншу – 10 г ягід аронії після охолодження. Ще дві партії отримали по 10 г ягід аронії через 1 день та 3 дні ферментації відповідно. Стандарт був приготовлений так само без додавання ягід аронії.

Додавання ягід аронії в сусло на різних етапах виробництва пива може впливати на вміст антиоксидантів, колір, рН та ослаблення. Загальний вміст фенолів залежав тільки від кількості доданих ягід аронії, тоді як значення ЕВС та антиоксидантної здатності показали залежність від кількості та часу додавання аронії. Коротко, якщо потрібна максимальна антиоксидантна здатність і мінімальне фарбування кінцевого продукту, ягоди аронії слід додавати перед кип'ятінням, а якщо потрібна фарбування та антиоксидантна здатність, ягоди аронії слід додавати ще гаряче гірке сусло перед охолодженням, що також призводить до найменшого відчуття терпко.

1.4.3 Пиво з додаванням ягід чорниці

Чорниця багата фенольними сполуками і має значну антиоксидантну здатність. Вплив додавання чорниці та параметрів процесу пивоваріння на зміну фенольного та білкового профілю пива вивчено недостатньо.

Для отримання сусла з вихідним екстрактом 14°P після кип'ятіння застосовувався метод затирання інфузійного. Використовували солод Pilsner, гіркий та ароматичний хміль 60/40 (Perle та Cascade, відповідно), сухі дріжджі *Saccharomyces pastorianus (carlsbergensis) Saflager W 34/70* та чорницю (*Vaccinium myrtillus L.*). Всі процеси проводились у пивоварній системі Home Brew 50 all-in-one об'ємом 50 дм³. Ферментація проводилася в циліндроконічний ферментер з нержавіючої сталі при температурі 14°C. Зелене пиво переливали в невеликі ферментери з нержавіючої сталі після того, як зброджувалося 60% вихідного екстракту сусла. Дозрівання тривало протягом 14 днів при температурі 14°C, а відстоювання пива - протягом 5 днів при температурі 2°C. Чорниця була пастеризована на водяній бані протягом 10 хвилин при температурі 70 ° C. Після охолодження їх додавали в малі ферментери в концентрації 167 г/дм³ на початку і на сьомий день дозрівання пива. Всі варіанти проводилися у двох примірниках. Проби пива з експериментів фільтрувалися в день розливу і заморожувалися до аналізу. ВЕРХ/УФ-ВІС та електрофорез використовувалися для визначення фенольних речовин і білків, відповідно оцінювали, а сенсорний аналіз проводили відповідно до стандартних методів ЕВС.

Рекомендується додавати чорниці на стадії мату-рату (від 60 г/дм³ до 360 г/дм³), проте інформації про зміни, що відбуваються у складі пива при додаванні чорниці, мало. Mile va et al. (2018) повідомили про 1,3-1,4-кратне збільшення поліфенолів та 1,2-1,4-кратне збільшення флавоноїдів у пиві з додаванням чорниці під час дозрівання в концентрації 100 г/дм³. На думку цих дослідників, концентрація поліфенолів та флавоноїдів у пиві вище при додаванні чорниці під час кип'ятіння сусла. Тим не менш, немає даних про окремі фенольні сполуки в чорничному пиві. Пиво містить різні фенольні сполуки, у тому числі фенольні кислоти, флавоноїди, конденсовані таніни та не флавоноїдні поліфеноли. Вони походять із солоду, зернових та хмелю. Різноманітність окремих компонентів велике через відмінності в сировині та

параметри процесу пивоваріння. Існує безліч досліджень, присвячених фенольним сполукам у пиві. Більшість їх описують ферулову і кумарову кислоти як найпоширеніші фенольні кислоти в пиві. Також повідомляється про ванілінову, галову та синапову кислоти як про важливі для пива (Wannenmacher et al., 2018). Більшість фенольних кислот у пиві є у зв'язаній формі у вигляді глікозидів, ефірів та пов'язаних комплексів (Nardini and Ghiselli, 2004; Wannenmacher et al., 2018). Різноманітність флавоноїдних сполук у пиві велика. Катехін, епікатехін, кверцетин, рутин, каемпферол, мірцетин, проціанідин В3, проціанідин В2, прodelьфінідин В3 та інші фло-воноїди у менших кількостях були ідентифіковані у різних дослідженнях (Wannenmacher et al., 2018). Фенольні сполуки грають різні ролі у пиві. Більшість з них мають антиоксидантні властивості. Вони беруть участь у стабільності та старінні пива під час зберігання. Деякі фенольні кислоти виступають як попередники аромату в пиві, інші впливають на сприйняття гіркоти.

Білки в пиві походять з ячменю, солоду та дріжджів та впливають на якість пива. На думку Лейпера та ін, у пиві є три основні групи білків. Перша складається з групи багатих проліном фрагментів, що походять від гордеїну, розміром 15-32 кДа, які беруть участь в утворенні серпанку. Другий - LTP1-ліпідний білок-переносник 1 (9,7 кДа в чистому вигляді), який бере участь у стабільності піни, і третій - білок Z (40 кДа), який, мабуть, не має прямої функції, але може грати роль у стабілізації піни після її утворення (Steiner et al., 2011). Більш рання класифікація білків за їхньою молекулярною масою поділяла їх на три категорії: високомолекулярні фракції: >40 кДа, фракція середньої молекулярної маси: 15-40 кДа та низькомолекулярна фракція: <15 кДа. Пінопозитивні білки можна розділити на високомолекулярні (35-50 кДа) та низькомолекулярні (5-15 кДа; Steiner et al., 2011). Фенольні сполуки та білки у пиві відомі як основні речовини, відповідальні за помутніння пива та утворення осаду (Leiper and Miedl, 2009). Додавання фруктів, багатих на

фенольні сполуки, таких як чорниця, посилює осадження білків. Чорниця багата на проціанідини, які є основними поліфенолами в пиві, пов'язаними з каламутним зовнішнім виглядом (Чжао та Сан-Ватерхаус, 2018). Чорниця багата на фенольні сполуки; вона має значну антиоксидантну здатність і становить величезну користь для здоров'я людини. Основними фенольними сполуками, виявленими у чорниці, є антоціани. Georgieva та ін. (2018) повідомили про 12 окремих антоціанів у чорниці (*Vaccinium myrtillus L.*) з Болгарії, включаючи глікозиди дельфінідину, ціанідину, малвідин, петунідин та пеонідин, де глікозиди були переважаючими сполуками. Подібні антоціани були ідентифіковані у словенській чорниці (*Vaccinium corymbosum L.*) та чорниці (*Vaccinium myrtillus L.*) (Može et al., 2011).

Чорниця також містить флавоноїди та фенольні кислоти. Фенольних кислот значно менше, причому хлорогенова кислота переважає. Флавоноїди такі як катехін, епікатехін, кверцетин, міріцетин рутин та інші флавоноїдні глікозиди були ідентифіковані в чорниці (*Vaccinium corymbosum L.*) та лохини (*Vaccinium myrtillus L.*). Наскільки нам відомо, зміни у фенольному та білковому профілях пива при додаванні чорниці не вивчалися, або у доступній літературі недостатньо даних. Вплив параметрів процесу пивоваріння також був досить вивчений.

Пілсенський солод (15 кг) був подрібнений за допомогою ручного млина Corona і змішувався з 55 дм³ попередньо нагрітої води для отримання сусла з вихідним екстрактом 14°P після кип'ятіння. Застосовувався метод затирання з наполяганням за наступних умов: 20 хвилин при 60°C, 20 хвилин при 65°C, 25 хвилин при 72°C та 1 хвилина при 78°C. Після затирання солодке сусло було охмелено, відпрацьоване зерно розбризкано і весь обсяг сусла був прокип'ятитий. Гіркий хміль (20 г Perle - 9% -гірких кислот) був доданий через 10 хвилин після початку кип'ятіння, а ароматичний хміль (17,14 г Cascade - 7% -гірких кислот) - за 7 хвилин до закінчення кип'ятіння. Загальна кількість α -гірких кислот становить 60 мг/дм³. Після видалення

гарячої бражки сусло охолодили до 14°C. Всі процеси проводилися в універсальній пивоварній системі Home Brew 50 об'ємом 50 дм³ (ТМ INOX, Болгарія). Сусло аерували та поміщали в циліндроконічний ферментер з нержавіючої сталі (ТМ INOX, Болгарія). Дріжджі були висипані у сусло відповідно до інструкцій виробника. Температура бродіння становила 14°C. За перебігом головного бродіння стежили гідрометрично. Для дозрівання "зелене пиво" переливали у невеликі ферментери з нержавіючої сталі, коли 60% первинного екстракту сусла було зброджено.

Дозрівання пива тривало протягом 14 днів за температури 14°C, а витримка пива протягом 5 днів за температури 2°C. Обидва процеси проводилися під тиском. Чорниця була пастеризована безпосередньо перед додаванням на водяній бані протягом 10 хвилин при температурі 70°C, після чого була охолоджена до 14°C. Вони додавалися в концентрації 167 г/дм³ в порожній дрібний ферментер, який попередньо був промитий СО₂. На початку дозрівання "зелене пиво" було повільно перелито з циліндроконічного циліндра з нержавіючої сталі ферментера в малий ферментер з чорницею за допомогою шланга, який досягав дна малого ферментера. Після перенесення у ферментері було досягнуто тиск 0,5 бар за допомогою СО₂. На сьомий день дозрівання "зелене пиво" було перелито під тиском з одного маленького ферментера до іншого з чорницею. Присутність СО₂ оберігало чорницю та "зелене пиво" від окислення. Усі варіанти були виконані у двох примірниках. Після відстоювання пиво було розлите у пляшки за допомогою "пивного пістолета" (Blichmann Engineering, США).

2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА СВІТЛОГО ПИВА

2.1 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Для приготування пива потрібно чотири види сировини: ячмінь, хміль, вода і дріжджі. Якість цієї сировини впливає на якість продукції, що виготовляється. Завдяки знанням властивостей сировини можна свідомо керувати технологічним процесом.

Основна сировина для приготування пива - ячмінь. Перед використанням для варіння пива ячмінь повинен бути перероблений в солод. Використовуються також несоложені зернові - кукурудза, рис, сорго, пшениця або приготовані з них продукти - несоложені зернопродукти [1].

Хміль надає пиву гіркуватий смак і впливає на його аромат. Від якості хмелю істотно залежить якість пива.

У процентному співвідношенні найбільший об'єм серед всіх видів сировини займає вода, що, беручи участь в багатьох процесах приготування пива, впливає на його характер і якість. Крім того, вода безпосередньо бере участь у багатьох процесах солодовирощування і пивоваріння [25].

Спиртове бродіння при приготуванні пива викликається життєдіяльністю дріжджів, які в силу цього необхідні. Одночасно дріжджі впливають на якість пива через побічні продукти бродіння.

Також для отримання пива використовують ферментні препарати. Їх використовують при застосуванні більше 20% несоложеної сировини в кількості від 0,001 до 0,075% до маси сировини, що переробляється. Застосовують амілолітичні, протеолітичні, цитолітичні ферментні препарати, а також їх суміші. Такі препарати істотно підвищують вихід екстракту і покращують якість суслу[10].

2.1.1 Вимоги щодо якості сировини та допоміжних матеріалів

Якість ячменю вирішальною мірою впливає на якість солоду і виготовленого пива. Тому оцінка його дуже важлива.

Вимоги до якості пивоварного ячменю наведені в таблиці 2.1 [20].

Таблиця 2.1 - Вимоги до якості пивоварного ячменю

Показник	Вимоги до якості показника
Запах	Повинен бути чистим, свіжим, солом'яним. Затхлий, гнильний, пліснявий запах говорить про те, що ячмінь зберігався при підвищеній вологості і міг втратити свої якості.
Вологість	На дотик ячмінь повинен бути сухим і мати гарну сипкість. Якщо зерна прилипають до рук, то вологість підвищена.
Колір і блиск	Повинен бути світло-жовтим, кольору соломи, блищати, а зерна повинні мати однакові розміри.
Оболонка	Оболонки повинні мати тонку зморшкуватість, яка свідчить про хороший, багатий екстрактом ячмінь. Товсті оболонки містять більше дубильних і гірких речовин.
Червоне зерно	Вказує на масове ураження фузаріумом. Ячмінь з червоними зернами для солодовирощування непридатний
Ступінь забруднення	Не повинні бути ніяких сторонніх предметів, насіння бур'янів, піску, каменів, колосся, металевих предметів та інші.
Цілісність	Пошкоджені зерна при переробці викликають технологічні та біологічні труднощі і повинні своєчасно усуватися.
Форма і розмір зерен	Зерна мають бути великими, повними, округлими. Форма зерна залежить в першу чергу від сорту.
Однорідність	Бажано мати однорідний ячмінь з високим вмістом повних зерен.
Проросле зерно	Партії, в яких є пророслі зерна для отримання солоду не використовуються.
Враження шкідниками	Ячмінь, пошкоджений шкідниками для солодоращення не використовується.

Також якість ячменю визначають за аналітичними ознаками. Вони наведені в таблиці 2.2 [43].

У відповідності з вимогами стандарту до пресованого сульфатованого хмелю, призначеного для використання в харчовій промисловості, пред'являються наступні вимоги: колір - від світло-жовто-зеленого до золотисто-зеленого, шишки можуть бути з почервонілими кінчиками пелюсток; вміст α -кислоти в перерахунку на суху речовину - 3,5%, вологість - 13% [32].

Таблиця 2.2- Аналітичні ознаки якості ячменю

Зерно	Показники якості ячменю	
	1-го класу	2-го класу
Вологість, %, не більше	15	15,5
Здатність проростання, %, не менше	95	90
Домішки, сміття %, не більше	1	2
Зернові домішки, %, не більше	3	5
Дрібні зерна (прохід через сито з отворами розміром 2,2x20 мм), %, не більше	5	7
Зернистість (залишок зерна на ситі з отворами розміром 25x20 мм і 2,8x20 мм), %	80	60

Обмежувальні норми хмелю наступні: колір: зелений, жовтувато-зелений, зеленувато-жовтий, жовтий з коричневими плямами, бурий; вміст α -кислоти в перерахунку на суху речовину - не менше 2,5%; вміст хмельових домішок для хмелю машинного збору - не більше 10%, для хмелю ручного збору - не більше 5%; вміст золи в перерахунку на суху речовину - не більше 14%; вологість - не більше 13% та 11%; вміст насіння - не більше 4%; вміст загальної кількості сірчистого ангідриду на кількість сухої речовини - не більше 0,5%.

Не допускається для використання в пивоварному виробництві хміль із заприлим, затхлим, сирним, димним і сторонніми запахами, не властивих хмелю, а також хміль, вражений цвіллю, шкідниками, хворобами і який містить сторонні домішки [42].

Вода, що використовується в пивоварінні, повинна задовольняти вимогам, що пред'являються до питної води по стандарту. Необхідно, щоб вона задовольняла наступним основним властивостям:

1. *Загальноприйняті поняття.* Питна вода повинна мати по можливості постійні, не змінюються протягом року фізичні, хімічні, мікробіологічні та біологічні властивості. Вона не повинна бути забруднена поверхневими або стічними водами; при вживанні людиною не повинна викликати порушень в організмі.

2. *Фізичні і хімічні властивості.* Показники фізичних і хімічних властивостей наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Фізичні і хімічні властивості

Зовнішній вигляд	Прозора рідина
Забарвлення, не більше	20° за платиново-кобальтовою шкалою
Смак	Свіжий, без невластивого присмаку
Запах	Без будь-якого запаху
рН	6-8; виключення 8,5
Загальна жорсткість, °Н	8-12; ліміт 2-40
Залізо, мг/л, не більше	0,3
Марганець, мг/л, не більше	0,05
Сульфіти, мг/л	60-80, не більше 250
Сухий залишок при 105°С, мг/л	До 500, але не більше 1000
Магній, мг/л, не більше	125
Нітрати, мг/л, не більше	35
Феноли	При хлоруванні води допустима така кількість, яка ще не дає хлорфенольного запаху
Залишковий хлор, мг/л, не більше	0,2 у споживача
Хлориди, мг/л, не більше	50
Аміак, фосфати, сірководень, нітрити	Відсутні
Фтор, мг/л, не більше	1,0
Селен, мг/л, не більше	0,05
Свинець, мг/л, не більше	0,1
Миш'як, мг/л, не більше	0,05
Мідь, мг/л, не більше	3,0
Цинк, мг/л, не більше	5,0
Ціаніди, ртуть, барій, хром	Відсутні

3. *Мікробіологічні властивості.* Питна вода не повинна містити збудники захворювань. Вода для місцевого постачання повинна містити в 1 мл не більше 20 мезофільних і 10 психрофільних бактерій. Забруднення колиформними мікробами є недопустимим для місцевого постачання при показникові в 50 мл води, а для центрального постачання в 100 мл води.

4. *Біологічні властивості*. Не повинна містити ніяких мікроскопічних і макроскопічних живих організмів, які визначають зв'язок з поверхневими або стічними водами [29].

У технології пива основним джерелом ферментів є проросле зерно. До найважливіших ферментів цих культур відносяться амілази, протеази, геміцелюлози, фосфатази. Коли при переробці сировини недостатньо ферментів зернових культур, додатково вводять ферменти мікроорганізмів.

Концентрацію ферменту визначають за його активності, що характеризується швидкістю реакції, яку він каталізує, і виражається в одиницях ферменту. Ферментні препарати випускають або у вигляді рідини з концентрацією сухих речовин не менше 50%, або у вигляді порошку з певною активністю.

У пивоварінні переважають дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae*. Серед дріжджів цього виду розрізняють численні штами. У пивоварінні практично ці штами ділять на дві великі групи - дріжджі верхового і низового бродіння. Між ними існують морфологічні, фізіологічні і технологічні відмінності [32].

2.1.2 Хімічний склад, харчова цінність, показники екологічної чистоти сировини

Ячмінь. Вологість ячменю становить у середньому 14-15%. Інша частина зерна - суха речовина. Суха речовина у свою чергу має наступний склад:

- Загальні вуглеводи - 70-85%;
- Білок - 10,5-11,5%;
- Мінеральні речовини - 1,2-2,0%;
- Жири та інші речовини - 1,0-2,0%.

Вуглеводи по своєму складу утворюють комплекс речовин, які істотно відрізняються по своїх властивостях і, отже, за їх призначенням для

переробки та отримання готового продукту. Основними є крохмаль, цукор, целюлоза, а також геміцелюлоза і гумі-речовини.

Частка крохмалю в ячмені становить 50...60-65% і є його найважливішим компонентом. Зерна крохмалю містять до 5% ліпідів і 0,5% білків і складаються з двох різних структур: амілази і амілопектину. Ці структури побудовані з глюкозних залишків, однак вони суттєво відрізняються за своєю структурою і за здатністю розщеплятися при солодовирощуванні і затиранні [12].

Вміст цукру в ячмені невеликий - 1,8-2,0%. Так як зерно при прибиранні знаходиться у стані спокою, в ньому містяться деякі продукти розщеплення, переважно сахарози, а також невелика кількість глюкози і фруктози.

Целюлоза (5-6%) міститься тільки в оболонці і є каркасною речовиною. Целюлоза нерозчинна у воді і не розщеплюється ферментами солоду. Тому вона не впливає на якість пива.

Геміцелюлоза - головна складова частина стінок клітин ендосперму. Вона складається з β -глюканів і пентозанів, які разом утворюють міцний каркас стінок клітин борошністого тіла. Вони володіють різною структурою і впливають на технологію і якість пива[30].

У ячмінь вміст білку може коливатися в межах 8...11-16%. З цієї кількості білків у готове пиво потрапляє лише третина, і хоча зміст білкових речовин в пиві порівняно невеликий, вони можуть суттєво впливати на його якість. Так, білкові речовини певною мірою впливають на виникнення помутніння.

Білки знаходяться в алейроновому шарі і в ендоспермі. Крім простих білків (протеїнів) в зерні ячменю містяться складні білки протеїди.

Жири ячменю становлять 2-3%. Знаходяться в основному в зародку і алейроновому шарі. Частка жиру витрачається при пророщуванні зерна. Основними складовими жирів є жирні кислоти [9].

Вміст мінеральних речовин у ячмені змінюється в межах 2-3%. Велика їх частина пов'язана неорганічними. Основними мінеральними речовинами ячменю є:

- Фосфати – близько 35% (в перерахунку на P_2O_5);
- Силікати – близько 25% (в перерахунку на SiO_2);
- Калійні солі – близько 20% (в перерахунку на K_2O).

Дубильні речовини відкладаються в оболонці ячменю, а також в алейроновому шарі. Виявляються вони головним чином у вигляді неприємного гіркого смаку. Їх кількість тим більше, чим товща оболонка ячмінного зерна, і тому у таких сортах ячменю намагаються видалити основну частину вже в солодовні. Те ж саме відноситься і до наявних гірким смол [7].

Вітаміни необхідні для розвитку зародка при пророщуванні зерна. Вітаміни також необхідні людському організму для підтримки багатьох процесів обміну речовин, і вони повинні надходити в достатній кількості. У ячмінї містяться в основному такі вітаміни:

- В1 (тіамін) - переважно в зовнішніх частинах зерна;
- В2 (рибофлавін);
- С (аскорбінова кислота) - у меншій кількості;
- Е (токоферол) - в жирі зародка.

Вітаміни - це з'єднання зі складною будовою. При зберіганні і переробці вони досить сильно руйнуються [16].

Хміль. Для пивоваріння найбільший інтерес і цінність представляють специфічні складові частини хмелю - гіркі речовини, хмельове масло і дубильні речовини.

До загального хімічного складу сухого хмелю входять такі речовини (у %):

- вода 12,5;
- зола 7,5;
- клітковина 13,3;

- азотисті речовини 17,5;
- ефірні масла 0,4;
- ефірна витяжка 18,3;
- дубильні речовини 3,0;
- безазотисті екстрактивні речовини 27,5.

Гіркі речовини є найбільш цінними і характерними складовими частинами хмелю, які в подібній формі не зустрічаються в інших рослинах. У групу гірких речовин входять власне хмелеві смоли і гіркі хмелеві кислоти [28].

Загальна кількість хмелевої смоли коливається від 16 до 26% з таким розподілом на окремі компоненти: α -смоли 4-7%, β -смоли 8-13%, γ -смоли 4-6%.

Гіркі речовини погано розчиняються у воді, при кип'ятінні сусле вони утворюють колоїдні розчини. α - і β -Кислоти гальмують дію бактерій, але не впливають на розвиток дріжджів.

Гіркі речовини володіють високою поверхневою активністю і, завдяки цьому, покращують стійкість піни [18].

Хмелеве ефірне масло має у своєму складі понад 200 різноманітних ефірних речовин, які є леткими сполуками і легко вивільняються при кип'ятінні. Склад хмелевого ефірного масла залежить від сорту хмелю. Не має антисептичної дії.

Дубильні речовини хмелю краще розчиняються у воді, легше вступають в реакції, ніж поліфеноли солоду. Вони попереджують окислення і утворення комплексних сполук гірких речовин хмелю. Володіють антибіотичними властивостями. В технологічному процесі осаджують білки сусле, що краще сприяє освітленню [37].

До азотистих речовин хмелю відносяться низькомолекулярні білкові фракції пептони, поліпептиди, амінокислоти. Аспарагін, який міститься у хмелі, є одним із джерел живлення пивних дріжджів.

У сухому хмелі знаходиться більше 40% вуглеводів: целюлоза, геміцелюлоза, пентозани, пектинові речовини, цукри. Пектинові речовини позитивно впливають на піноутворення і піностійкість пива [32].

Вода. В чистій природній воді завжди присутні розчинені солі, які впливають на смак пива і на ферментативні процеси. Присутність солей металів у великих кількостях небажано, так як вони взаємодіють з дубильними речовинами і погіршують колір і смак напою.

Карбонати і бікарбонати, володіючи основними властивостями, знижують кислотність пивного затору, що негативно впливає на наступні стадії виготовлення пива [12].

Розчинені у воді солі кальцію і магнію характеризують її жорсткість. Виражають в міліграм-еквівалентах Ca і Mg, що знаходяться в 1 л води. По жорсткості воду класифікують:

- дуже м'яка до 1,5;
- м'яка 1,5-3;
- помірно жорстка 3-6;
- жорстка 6-9;
- дуже жорстка більше 9.

Для приготування світлих сортів пива використовують в основному м'яку воду. Перед використанням воду фільтрують і при необхідності обробляють хлором [22].

2.1.3 Стандарти на сировину та допоміжні матеріали

Пиво повинно виготовлятися у відповідності до вимог діючого стандарту по технологічним інструкціям та рецептурам, з дотриманням санітарних норм та правил, утверджених у встановленому порядку.

Пиво місцевих та національних сортів повинно бути виготовлено у відповідності до стандартів та технічних умов конкретної продукції.

Для приготування пива у відповідності до рецептур використовують:

- солод пивоваренний ячмінний, карамельний солод;

- воду питну за ГОСТом 2874-82;
- хміль за ГОСТом 21947-76;
- хмелеві екстракти, дозволені до використання Міністерством охорони здоров'я України;
- хміль молотий брикетований або гранульований;
- несолоджені матеріали: ячмінь за ГОСТом 5060-86; крупа рисова за ГОСТом 6292-93; крупа кукурудзяна за ГОСТом 6002-69; борошно соєве дезодороване за ГОСТом 3898-56;
- цукор-пісок за ГОСТом 21-94;
- екстракт солодовий;
- ферментні препарати, дозволені до використання Міністерством охорони здоров'я України;
- кислота харчова молочна за ГОСТом 490-2006;
- кальцій хлористий та гіпс.

2.1.4 Транспортування, приймання, зберігання

Пиво, розлите в пляшки, передається з цехів розливу в експедицію, де воно зберігається до відпуску в торгову мережу. В експедиції повинно бути сухо, прохолодно, затьмарено. Температура повинна бути не вище 10°C. Всі сорти пива зберігаються в експедиції не більше 1-2 днів. Транспортування пива проводиться автотранспортом. При транспортуванні влітку пиво має бути захищене від сонячних променів, а в зимовий час від охолодження.

Пиво приймають партіями. Партією вважається кількість пива одного найменування, в однорідній споживчій чи транспортній тарі, однієї дати розливу, оформлене одним документом про якість. При прийомці пива проводять перевірку на якість упаковки та правильність маркування споживчої та транспортної тари згідно до вимог нормативно-технічної документації.

Пиво зберігають під тиском двоокису водню в ізотермічних резервуарах при температурі 2-5°C. Термін та умови зберігання для окремого

виду пива встановлює виробник в технологічній інструкції на пиво конкретного найменування [40].

2.2 Описання технології виробництва світлого пива з додаванням ягідної сировини

Технологічні процеси виробництва пива:

- очищення і подрібнення зернопродуктів;
- приготування пивного сусла;
- зброджування пивного сусла дріжджами;
- доброджування і дозрівання пива;
- освітлення і розлив пива.

2.2.1 Розробка і опис технологічної схеми

Послідовність технологічних процесів виробництва пива представлені на рис. 2.1 та рис. 2.2.

Для даного виробництва використовується солод пивоварений ячмінний світлий. Солод, щовідлежався, зі складу подають у повітряно-ситовий сепаратор 1, а потім шнеком 2 у збірник очищеного солоду 3. Ячмінь шнеком 2 також подають у повітряно-ситовий сепаратор 1, а потім норією 1а в збірник ячменю 15. І солод, і ячмінь пропускають через магнітну колонку 4, зважують на автоматичних вагах 5 і подрібнюють. Тільки солод подрібнюють на установці для мокрого дроблення 6, а ячмінь подрібнюють на млиновому верстаті 16. Вода на технологічні потреби надходить зі збірників 10 та 11. Сухі ягоди черемхи дроблять на дисковій дробарці марки КДУ-2 або "Українка". Цукор-пісок зі складу надходить у реактор 9 для приготування цукрового розчину. Таким чином на затирання в заторно-варильний апарат 7 при температурі 40°C і гідромодулі 1:4 надходять: дроблений солод (самопливом); подрібнений ячмінь (зі збірника 17 за допомогою шнека 2); цукровий розчин, профільтрований через пастку 8;

подрібнені ягоди черемхи. Причому якщо прийняти масу затору за 100%, то згідно з рецептурою, солоду треба додавати 85%, а несоложеної сировини 15%. На початку затирання зернопродуктів коригують рН до оптимальних значень 5,4--5,6. Далі ведуть процес оцукрювання згідно з наступним режимом: витримка при 40°C 30 хвилин; підігрів до 53°C 12 хвилин; витримка при 53°C 30 хвилин; підігрів до 70°C 118 хвилин; витримка при 70°C 30 хвилин; підігрів до 72°C 2 хвилини; витримка при 72°C до повного оцукрювання.

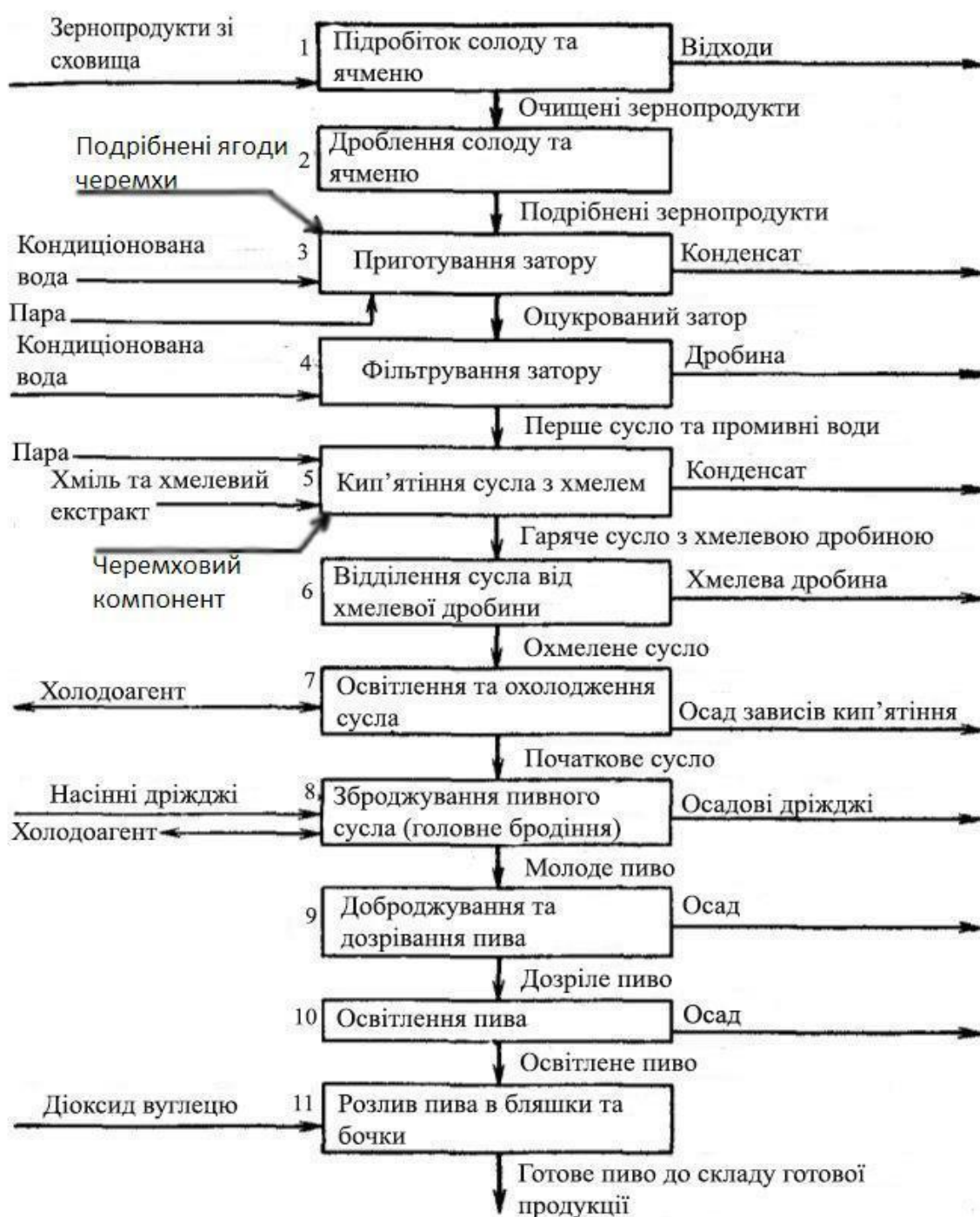


Рисунок 2.1 Блок-схема виробництва пива.

Оцукрений затор підігривають до $76-77^{\circ}\text{C}$ і передають на фільтрування у фільтраційний апарат 14. Прозоре сусло з апарата 14 перекачують насосом 13 у суловарочний апарат 18. Набирання сусла у суловарочний котел здійснюється доки вміст сухих речовин у ньому не досягне $5,2-5,4\%$. Хміль зі складу подають у видатковий збірник 12, звідки задані порції хмелю через воронку надходять до суловарочного апарата 18. Хміль додають у сусло в три прийоми. При цьому 70% від загальної маси хмелю і хмелепродуктів

вносять через 10 хвилин від початку кип'ятіння сусла. Завантаження хмелю зменшують на 10% від норми, оскільки його частково замінюють на черемховий компонент (тобто 1,87 кг на 100 дал замість 2,2 кг). Кип'ятіння сусла триває 1,5 години.

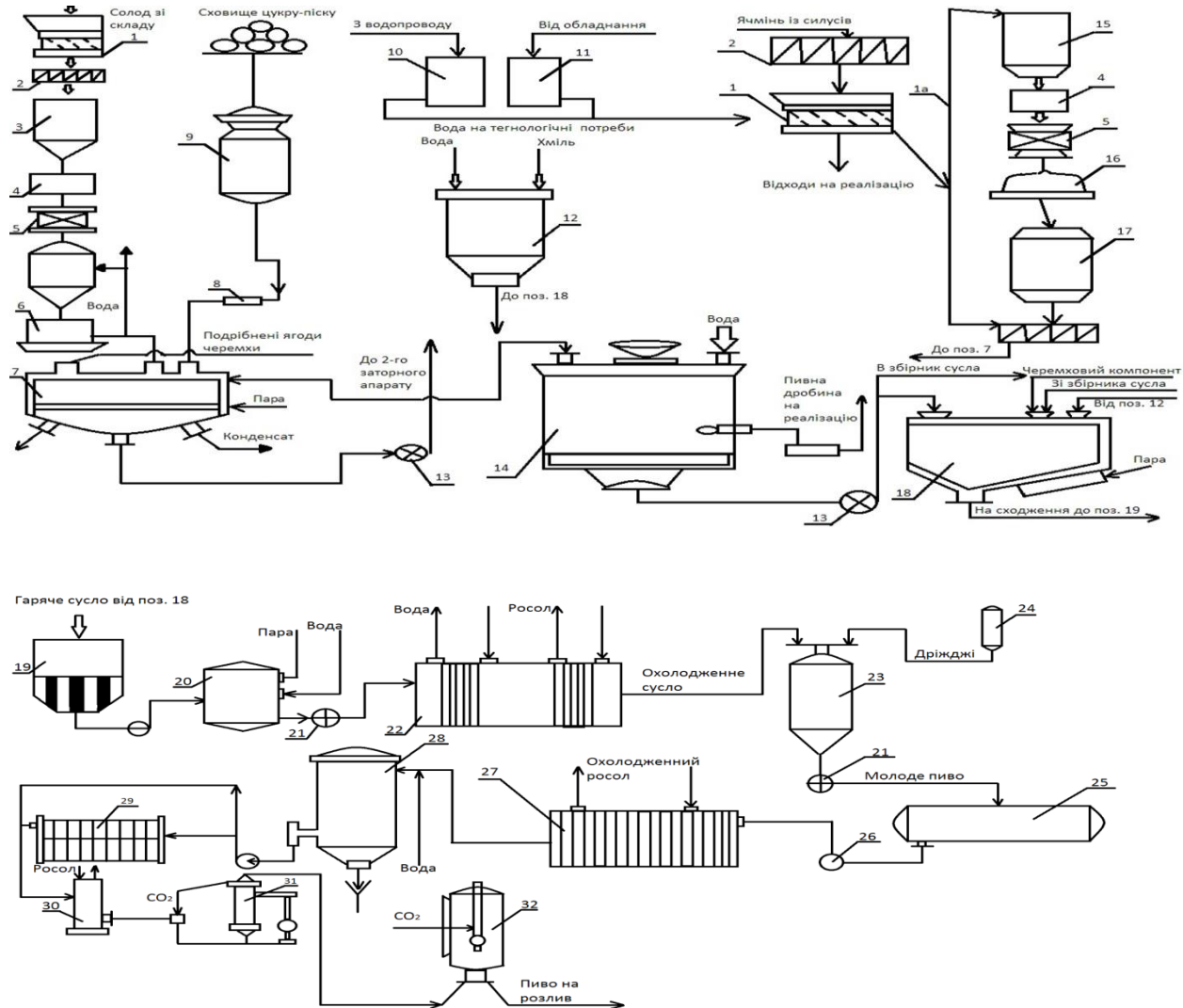


Рис. 2.2 Технологічна схема виробництва пива з додаванням ягідної сировини.

Після завантаження всієї кількості хмелю за 10 хвилин до закінчення кип'ятіння, сусло підкислюють молочною кислотою до $\text{pH} = 5,0\text{--}5,2$. Після кип'ятіння масова частка сухих речовин початкового сусла становить 6%.

Гаряче сусло з сусловаркового апарату 18 самопливом направляється в хмелівідбірний апарат 19, звідки воно насосом перекачується у гідроциклонний апарат 20 для освітлення. Насос 21 перекачує освітлене сусло в пластинчастий теплообмінник 22, де воно охолоджується до 6°C , а

потім надходить в апарат головного бродіння 23. В циліндро-конічний бродильний танк (ЦКТБ) 23 вносять рідкі дріжджі (у кількості 0,4-0 5 л/грам сусла) з чана 24. Сусло з дріжджами витримують 32 години при температурі не вище 5°C та невеликому надбавковому тиску (0,4-0,5 кгс/см²) при постійному або періодичному перемішуванні. Потім молоде пиво з апаратів 23 насосом 21 перекачують в апарати для доброджування та дозрівання пива – лагерні танки 25. По закінченню доброджування за допомогою насоса 26 пиво подається для охолодження в пластинчастий теплообмінник 27, а потім для фільтрування в діатомітовий фільтр 28. Сортове пиво додатково фільтрують через картонний фільтр 29, охолоджують до 1°C в теплообміннику 30, насичують CO₂ в карбонаризаторі 31 і збирають у збірниках-мірниках 32, звідки воно надходить на розлив.

2.2.2 Опис запропонованої зміни в технології

Розглянутий нами у дипломному проекті спосіб виробництва пива включає використання зернопродуктів і смакоароматовмісних добавок у вигляді хмелепродуктів, приготування затора із зернопродуктів, оцукрювання його та фільтрування, кип'ятіння отриманого сусла з хмелепродуктами та охолодження, зброджування отриманого початкового сусла та доброджування з отриманням пива. У якості смакоароматовмісної добавки додатково використовують черемховий компонент у вигляді ягід і/або пагонів, настоїв ягід і/або пагонів, соку або сиропу, причому їми частково замінюють використовувані хмелепродукти і вводять його в зернопродукти, що затираються, або сусло.

Відомий спосіб виробництва пива, що включає приготування затора з пивоварного солоду, оцукрювання отриманого затора, фільтрування, кип'ятіння отриманого сусла з хмелем, охолодження, зброджування отриманого початкового сусла і добродіння (авторське свідоцтво СРСР N

1641879, С1 9 9). Однак пиво, одержане даним відомим способом, має не високі органолептичні показники.

Відомий спосіб виробництва пива, що включає використання зернопродуктів і смакоароматовмісних добавок у вигляді хмелепродуктів, приготування затора із зернопродуктів, оцукрювання його, фільтрування, кип'ятіння отриманого сусла з хмелем з отриманням початкового сусла, зброджування і доброджування (Патент СРСР N 1785522 /02, 1990).

Однак у даному відомому способі використовується тільки традиційна для пивоваріння дорога смакоароматовмісна добавка хміль, що впливає на смак та аромат цільового продукту пива і забезпечує його традиційний смак та аромат.

Технічним результатом, що досягається при реалізації цього винаходу, є розширення асортименту напоїв, зміна їх традиційних органолептичних показників, зниження витрати хмелепродуктів, отримання нових сортів пива з оригінальним смаком і ароматом, утилізація нового для пивоваріння виду доступної, дикорослої рослинної сировини, рахунок часткової заміни хмелепродуктів сировиною з дикоростучої черемшини звичайної.

Досягається це тим, що у способі виробництва пива, що включає використання зернопродуктів і смакоароматовмісних добавки у вигляді хмелепродуктів, приготування затора із зернопродуктів, оцукрювання його та фільтрування, кип'ятіння отриманого сусла з хмелепродуктами та охолодження, зброджування отриманого початкового сусла та удобрювання отриманням пива, відмінною особливістю є те, що в якості смакоароматовмісній добавки додатково використовують черемховий компонент у вигляді ягід та/або пагонів, настоїв ягід та/або пагонів, соку або сиропу, причому їм частково замінюють хмелепродукти і вводять його в зерно, що затираються, або в сусло.

Доцільно, щоб кількість черемхового компонента, що використовується, становила не більше 40% від маси використовуваних хмелепродуктів.

При введенні черемхового компонента в зернопродукти, що затираються, його вид і кількість використовують в залежності від масової частки сухих речовин в початковому суслі, що готується. Так, при їх масовій частці, що становить 6-10% його використовують у вигляді сухих подрібнених ягід та/або пагонів у кількості, що становить 0,2-0,5% від маси зернопродуктів, а при масовій частці, що становить 11-16%, його використовують у вигляді настою сухих подрібнених ягід та/або пагонів, взятих у кількості, що становить 0,5-1,0% від маси зернопродуктів. Температуру затору, в який вводять черемховий компонент, рекомендують довести до 40-52°C. При виготовленні водного настою сухі подрібнені ягоди та/або пагони настоюють протягом 45-75 хв при температурі 40-52°C і гідромодулі 1:(4,5-5,5). Водний настій частково або повністю може бути замінений водно-спиртовим настоем, соком або сиропом.

Якщо черемховий компонент вводять у сусло, то його використовують у вигляді подрібнених сухих ягід та/або пагонів у кількості, що залежить від масової частки сухих речовин у початковому суслі, що готується. Так, при масовій частці сухих речовин у ньому, що становить 6-10% або 11-16% кількість черемхового компонента, що використовується, відповідно, 0,4-0,7% або 0,7-1,2% від маси зернопродуктів.

При введенні подрібнених сухих ягід та/або пагонів у сусло їх попередньо поміщають у перфоровану ємність або в мішечок з марлі або іншого проникного матеріалу, причому введення здійснюють через 7-10 хвилин після введення першої порції хмелепродуктів, яку вводять у сусло через 10 - 15 хвилин після початку його кипіння.

Згідно з винаходом, вперше рекомендовано використовувати нову рослинну сировину надземну частину черемхи як смакоароматовмісну добавку при приготуванні пива і запропоновані умови введення нової сировини в процес пивоваріння.

Часткова заміна хмелепродуктів черемховим компонентом призводить до значної економії дорогого хмелю і, отже, зниження собівартості пива. Хміль є трудомісткою культурою, що обробляється в спеціальних кліматичних умовах в обмеженій кількості регіонів. А черемха звичайна в умовах України утворює великі чагарники і є дикорослим дерев'яним бур'яном. Технологія згідно з винаходом забезпечує утилізацію цієї доступної дикоростучої рослини та забезпечує отримання нових напоїв.

Отриманий напій має чистий смак та аромат зброженого солодового напою. При слабкому хмелевому ароматі відзначається черемховий аромат.

2.2.3 Вимоги щодо якості готової продукції. Стандарти на готову продукцію

Готове пиво повинно відповідати загальним технічним вимогам ДСТУ 3888-99, де зазначено органолептичні та фізико-хімічні показники, вміст пестицидів.

По органолептичним показникам пиво повинно відповідати вимогам, що наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Органолептичні показники пива

Показник	Тип пива	
	Фільтроване світле пиво	Нефільтроване світле пиво
Прозорість	Прозора харчова рідина без осаду і зайвих включень, що не властиві пиву. В процесі зберігання не допускається утворення частинок білково-дубильних з'єднань.	Непрозора або прозора з опалесценцією рідина без сторонніх включень, що не властиві пиву. В процесі зберігання допускається утворення частинок білково-дубильних з'єднань. Допускається дріжджовий осад.

Аромат	Чистий, зброджений солодовий, з хмелевим ароматом, без сторонніх запахів.	Зброджений солодовий, з хмелевим ароматом, допускається дріжджовий відтінок, без сторонніх запахів.
Смак	Чистий, зброджений, солодовий, з хмелевою гіркотою.	Зброджений солодовий, з хмелевою гіркотою, допускається дріжджовий присмак.
	В пиві з екстрактивністю початкового сула 15% і вище присутній винний присмак	

По фізико-хімічним показникам світле пиво повинно відповідати вимогам, що наведені в таблиці 2.5

Органолептичні, фізико-хімічні показники пива, харчова цінність, термін придатності, обумовлені особливостями сировини, яка використовується, технологіє виробництва і умовами розливу, встановлює виробник в технологічній інструкції на пиво конкретного найменування, затвердженій в установленому порядку [41].

Концентрація дріжджових клітин в не фільтрованому пиві, млн/см³, не більше: неосвітленому – 2,0; освітленому – 0,5.

Вміст токсичних елементів, радіонуклідів, а також мікробіологічні показники пива не повинні перевищувати норм, встановлених нормативними актами [41].

2.2.4 Характеристика хімічного складу та екологічної чистоти

У готовому пиві містяться у середньому близько 90% води, 0,3-0,4% вуглекислоти, 1,5-6% мас спирту та 3-10% екстрактивних речовин.

Склад екстракту змінюється в залежності від концентрації початкового сула та ступеня його зброджування. Екстракт складається із вуглеводів, азотовмісних, мінеральних, дубильних, гірких, фарбувальних речовин, ферментів, вітамінів, невеликої кількості органічних кислот і гліцерину.

Із вуглеводів в пиві містяться мальтоза, глюкоза, фруктоза, невелика кількість незброджуючих пентоз і достатньо велика кількість мальтодекстринів [9].

До азотовмісних речовин пива відносять білки, альбумози, пептони, амінокислоти та інші. Склад азотовмісних речовин коливається від 0,9 до 1,5% всього екстракту і розподіляються так:

Аміачний азот.....	5,77
Амінний азот.....	9,61
Азот альбумоз.....	22,50
Азот пептонів.....	15,55
Азот ксантинових основ.....	1,56
Азот білку.....	33,96
Азот інших речовин.....	10-12

Велика кількість екстрактивних речовин пива знаходиться у колоїдному стані і створює так звану повноту смаку.

Вміст золи у пиві коливається від 0,15 до 0,3%. Склад її змінюється в залежності від складу води, солоду.

В пиві приблизно 0,3-0,4% вуглекислоти, що знаходиться у вільній формі CO_2 , зв'язаній формі у вигляді кислоти H_2CO_3 , а також солей NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ та у формі нестійких ефірів вугільної кислоти [19].

По мікробіологічним показникам пиво повинно відповідати нормам, які вказані в таблиці 2.5.

Масова концентрація дріжджових клітин у нефільтрованому неосвітленому пиві - не більше 2 млн. кл/см³, у освітленому - не більше 0,5 млн. кл/см³.

Таблиця 2.5 - Мікробіологічні показники пива з додаванням ягідної сировини

Найменування показника	Норма		
	непастеризоване		пастеризоване
	пиво в пляшках з масовою долею сухих речовин, %	пиво разливне фільтроване і нефільтроване	пиво в пляшках, металевих банках та інших видах споживчої тари
	8—11.5	12—20	

Бактерії групи кишечних 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
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, не більше, КОЕ/см ³	-	-	-	5*10 ²
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонелла	Не допускаються в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³

Вміст токсичних металів та N-нітрозамінів у пиві повинен відповідати нормам, що встановлені «Медико-біологічeskими вимогами і санітарними нормами якості продовольственного сировини і пищевих продуктів» №5061, які наведені в таблиці 2.6.

Вміст пестицидів регламентується у сировині. [22]

Таблиця 2.6 - Вміст токсичних металів у пиві

Назва токсичного металу	Допустимі рівні, не більше, мг/кг
Ртуть	0,005
Залізо	15,0
Мишьяк	0,2
Мідь	5,0
Свинець	0,3
Кадмій	0,03
Цинк	10,0
N-нітрозаміни	0,003

2.3 Розрахунок матеріального балансу пива з додаванням ягідної сировини

Розрахунки проводять на 100 кг зернопродуктів, що витрачаються на виробництво кожного найменування пива, з наступним перерахунком одержаних даних на 1 дал (10 л) та річний випуск продукції.

Описовий алгоритм розрахунку продуктів виробництва пива складається з таких етапів:

1. Визначення екстрактивних речовин у сировині;
2. Визначення напівпродуктів;
3. Визначення витрат хмелю, ферментативних препаратів, молочної кислоти;
4. Визначення кількості відходів;
5. Зведена таблиця продуктів.

Проведемо продуктовий розрахунок на прикладі. Розрахуємо продукти для виробництва 1 тис. дал «Жигулівського» пива.

1. *Визначення екстрактивних речовин у сировині.*

Пиво з черемшиною виготовляють з використанням 80% солоду і 20% несолодженої сировини (ячмінного борошна), тобто на 100 кг сировини припадає 80 кг солоду і 20 кг ячмінного борошна.

При колеруванні втрати солоду становлять 0,1% від його маси, або $G_1 = 80 * 0,001 = 0,08$ кг. (табл. 2.8). На подрібнення надійде $G_2 = 80 - 0,08 = 79,92$ кг солоду. При вологості солоду 5,6%, ячмінного борошна – 15% (табл. 2.9) кількість сухих речовин у заторі становить:

у солоді:

$$CP_c = 79,92 * (1 - 0,056) = 75,44 \text{ кг};$$

у ячмінному борошні:

$$CP_y = 20 * (1 - 0,15) = 17 \text{ кг}.$$

Разом сухих речовин (CP) у сировині:

$$CP = 75,44 + 17 = 92,44 \text{ кг}.$$

Таблиця 2.7 – Втрати при виробництві пива

Втрати	Пиво з черемхою
Солоду при поліруванні, % мас, від солоду, що надійшов на пивзавод	0,1
Екстракту в пивній дробині, % мас до маси зернопродуктів	1,75
У хмельовій дробині, шламів при сепаруванні, стиску, змочуванні трубопроводів, % до об'єму холодного сусла	5,8

У бродильному цеху, % до об'єму холодного сусла	2,5
У цеху бродіння і фільтрації, % до об'єму холодного сусла	2,3
При розливі, % до об'єму відфільтрованого пива	
У пляшки	2,5
У діжки	0,5
У пивовози	0,35
Втрати при пастеризації пива, % до об'єму пастеризованого пива	2,2

Згідно з табл. 2.9 екстрактивність солоду становить 76%, ячмінного борошна – 72% від маси СР. Тоді вміст екстрактивних речовин у сировині:

у солоді:

$$EP_c = 75,44 * 0,76 = 57,33 \text{ кг};$$

у ячмінному борошні:

$$EP_y = 17 * 0,72 = 12,24 \text{ кг}.$$

Разом екстрактивних речовин:

$$EP = 57,33 + 12,24 = 69,57 \text{ кг}.$$

Частина екстракту (1,75% від всієї маси зерно продуктів, що йдуть на затирання (табл.2.7)) втрачається в дробині, тому в сусло перейде екстрактивних речовин:

$$G_c = 69,57 * (1 - 0,0175) = 68,35 \text{ кг}.$$

Кількість СР, що залишилась у дробині, визначається як різниця між масою сухих речовин зернопродуктів і масою екстрактивних речовин, що перейшли в сусло:

$$CP_{др.} = 92,44 - 68,35 = 24,09 \text{ кг}.$$

2. *Визначення напівпродуктів.*

Початковими даними для розрахунків напівпродуктів є початкова концентрація сусла та об'ємні втрати на кожній стадії виробництва пива.

Гаряче сусло. Відповідно до проведеного розрахунку в сусло переходять 68,35 кг екстрактивних речовин. Врахувавши, що сусло для пива з черемхою готують з концентрацією сухих речовин 11% (табл. 2.10), маса одержаного сусла:

$$m = 68,35 * 100/11 = 621,35 \text{ кг}.$$

Об'єм пива з черемхою при температурі 20°C та відносній густині 1,0442 кг/л (табл. 2.10):

$$V = 621,36/1,0442 = 595,06 \text{ л.}$$

Об'єм гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення у 1,04 рази:

$$V = 595,06 * 1,04 = 618,86 \text{ л.}$$

Холодне сусло. Втрати сусла в хмельовій дробині, відстої при сепарації, стиску, на змочуванні трубопроводів приймаються відповідно до норм технологічних витрат (табл. 2.8) для пива з черемхою 5,8% від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20°C.

Отже, об'єм холодного сусла:

$$V = 595,06 * (1 - 0,058) = 560,55 \text{ л.}$$

Молоде пиво. При втратах у бродильному відділенні пива з черемхою 2,5% від об'єму холодного сусла об'єм молодого пива:

$$V = 560,55 * (1 - 0,025) = 546,54 \text{ л.}$$

Фільтроване пиво. При втратах у відділеннях добродіння і фільтрування 2,3% до об'єму молодого пива кількість фільтрованого пива:

$$V = 546,54 * (1 - 0,023) = 533,97 \text{ л.}$$

Товарне готове пиво. Втрати товарного пива відносно відфільтрованого при розливі у пляшки становлять 2,5%, у діжки – 0,5%, а пивовози – 0,35% (табл. 2.8). За умов, що 65% пива з черемхою розливають у пляшки, 15% - в діжки, 20% - в пивовози, середньозважені втрати пива:

$$V = 65 * 0,025 + 15 * 0,005 + 20 * 0,0035 = 1,77\%$$

Тоді кількість товарного пива:

$$V = 533,97 * (1 - 0,0177) = 524,52 \text{ л.}$$

Сумарні втрати по рідкій фазі визначаються як різниця об'ємів гарячого сусла і товарного пива:

$$V = 618,86 - 524,52 = 94,34 \text{ л.}$$

Або у процентах до об'єму гарячого сусла:

$$V = 94,34 * 100/618,86 = 15,24\%.$$

Таблиця 2.8 – Нормативні показники якості сировини

Сировина	Вміст вологи, %	Екстрактивність	Вихід екстракту	Маса одиниці об'єму, кг/м ³
		% на сухі речовини		
Солод світлий	5,6	76	70,75	530
Солод темний	5,5	74	68,88	520
Борошно ячмінне	15	72	58,61	400
Цукор-пісок	0,15	100	99,85	-
Глюкоза	-	100	100	-
Колер	20	80	80	-

3. *Визначення витрат хмелю, ферментних препаратів і молочної кислоти.*

Витрати хмелю на 1 дал пива приймаються за діючими у промисловості нормами (табл. 2.11). Норма хмелю для пива з черемхою – 22 г, тоді витрати хмелю:

$$V = 524,52 * 0,022/10 = 1,154 \text{ кг.}$$

Ферментні препарати. Витрати ферментних препаратів залежать від кількості ячмінного борошна в рецептурі пива. Їх можна розрахувати за формулою:

$$G_{\phi} = (10000 * G_c) / O_3,$$

де G_c – маса затертої сировини, т; O_3 – оцукрювана здатність 100 г ферментного препарату, амілазних одиниць.

$$G_{\phi} = (10000 * 0,1) / (100 / 100) = 1 \text{ кг.}$$

Якщо оцукрювальна здатність ферментного препарату становить 100 одиниць, то його витрачають 1% від маси засипки, тобто

$$G_{\phi} = 100 * 0,01 = 1 \text{ кг.}$$

Молочна кислота. Використовується для підкислення затору з розрахунку 0,08 кг 100% молочної кислоти на 100 кг зернової сировини, або 0,2% 40% молочної кислоти до маси зернової сировини.

4. *Визначення кількості відходів*

Пивна дробина. Кількість утвореної дробини вологістю 86% (табл. 2.12) визначається множенням кількості сухих речовин, що залишилися у дробині, на коефіцієнт $100/(100 - 86) = 7,14$. Отже, кількість пивної дробини при варінні суслу пива з черемхою:

$$G = 24,09 * 7,14 = 172 \text{ кг.}$$

Хмельова дробина. Безводної хмельової дробини отримують 60% від маси витраченого хмелю. Дробина вологістю 85% (табл. 2.12) отримують в 6,67 рази більше, тобто $100/(100 - 85) = 6,67$.

На кожен 1 дал пива отримують вологої дробини:

$$G = 1,154 * 0,6 * 6,67 = 4,62 \text{ кг.}$$

Шлам сепараторний. Залежно від найменування пива з 100 кг витрачених зернопродуктів одержують 1,75 шламу вологістю 80% (табл. 2.12).

Відстій у танках доброджування. Кількість відстою при витримці пива з черемхою одержують 1,71 л на 100 кг витрачених зерно продуктів.

Надлишкові дріжджі. Витрати дріжджів з вологістю 86% на 10 дал пива, що бродить за класичною схемою, - 1,0 л; у батареї безперервного бродіння – 1,5 л; бродіння в циліндроконічному апараті ЦКБА – 1,53 (табл. 2.12).

Одна половина надлишкових дріжджів використовується як засівні, а друга - є відходом. Цю частину визначають множенням кількості товарного пива у літрах на 0,01:

$$V = 524,52 * 0,01 = 5,24 \text{ л.}$$

Двоокис вуглецю. Згідно з розрахунками до бродильного відділення надходить 560,55 л холодного суслу. Маса його при густині 1,0442 становить:

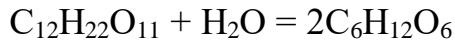
$$G = 560,55 * 1,0442 = 585,33 \text{ кг.}$$

При концентрації суслу 11% у ньому екстрактивних речовин міститься:

$$G = 585,33 * 0,11 = 64,39 \text{ кг.}$$

Для розрахунків умовимося, що ці екстрактивні речовини являють собою мальтозу, оскільки в умовах бродіння пивоварного виробництва

мальтоза зброджується найкраще. Зброджування мальтози можна виразити таким рівнянням:



Справжній ступінь зброджування для «Жигулівського» пива становить 50%. Отже, збродить екстрактивних речовин:

$$G = 64,39 * 0,5 = 32,2 \text{ кг.}$$

Під час бродіння виділиться вуглекислого газу:

$$G = (32,2 * 44 * 4) / 342 = 16,57 \text{ кг,}$$

де 342 і 44 – відповідно молекулярна маса мальтози і вуглекислоти; 4 – стехіометричний коефіцієнт при CO_2 .

Вміст вуглекислоти становить у пиві 0,35% (табл. 2.12) від маси холодного сусла незалежно від найменування пива, тоді кількість зв'язаної вуглекислоти:

$$G = 585,33 * 0,0035 = 2,05 \text{ кг.}$$

Отже, в атмосферу вуглекислого газу виділиться:

$$G = 16,57 - 2,05 = 14,52 \text{ кг.}$$

Маса 1 м^3 вуглекислого газу при 20°C і тиску 0,4 МПа дорівнює 1,832 кг, тоді об'єм вуглекислого газу, що виділиться в атмосферу:

$$V = 14,52 / 1,832 = 7,93 \text{ м}^3.$$

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при головному бродінні на 1 дал товарного пива:

$$G = 14520 / 52,452 = 276,8, \text{ що приблизно дорівнює } 277 \text{ г/дал}$$

5. Зведена таблиця продуктів.

У наведених розрахунках для пива з черемхою визначені кількості напівпродуктів, готового пива і відходів, які отримують з 100 кг зернової сировини. Для зручності використання даних цього розрахунку доцільно їх перерахувати на 1 дал готового пива і на 1000 дал. Для цього кількість кожного продукту ділять на кількість пива (дал), що одержують з 100 кг зернопродуктів. Результати наведені в таблиці 2.9. [3, 33].

Таблиця 2.9 – Зведена таблиця матеріального балансу

Сировина	На 100 кг зернової сировини	На 1 дал пива	На 1000 дал пива
Зернова сировина, кг світлий солод	80	1,525	1525
ячмінне борошно	20	0,381	381
разом, кг	100	1,906	1906
Хміль, кг	1,154	0,022	22
Ферментні препарати	1,0	0,019	19
Напівпродукти, л			
гаряче сусло	618,86	11,80	11800
холодне сусло	560,55	10,69	10690
молоде пиво	546,54	10,42	10420
фільтроване пиво	533,97	10,18	10180
готове пиво	524,52	10,00	10000
Відходи			
пивна дробина, кг	172	3,28	3280
хмельова дробина, кг	4,62	0,088	88
шлам, л	1,75	0,034	34
надлишкові дріжджі, кг	5,24	0,100	100
вуглекислий газ, кг	14,52	0,277	277
Відходи полірування, кг	0,08	0,0015	1,5

2.4 Зображення та характеристики основного апарату для проведення технологічного процесу

На рисунку 2.3 представлено Креслення циліндро-конічного бродильного танка. Він має наступні характеристики:

1. Повна місткість 30 м³;
2. Площа поверхні охолодження – 17,4 м²;
3. Тиск в апараті – 0,7 МПа;
4. Матеріал – харчова неіржавіюча сталь;
5. Діаметр – 2650 мм;
6. Висота – 9265 мм;
7. Маса – 5380 кг.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

3.1 Загальні питання охорони праці

Охорона праці це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, направлених на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Забезпечення безпеки і збереження здоров'я на виробництві - складна комплексна програма, яка не може бути вирішена без фундаментальної правової бази. Основним законодавчим документом є закон України «Про охорону праці», прийнятий Верховною Радою України в 1992 році і після внесених змін, що вийшов в новій редакції в 2002 году.

Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

1. пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
2. підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці; комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля;
3. соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
4. встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності залежно від форм власності та видів діяльності; адаптації трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану;

5. використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на цілі, отримання яких не суперечить законодавству;

6. інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки та підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці; забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та (їх представниками) між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;

7. використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

3.2 Організація управління охороною праці на підприємстві

Відповідно до ст. 13 закону України «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання; розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень, умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі - акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;
- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткування та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відносно до вимог з охорони праці;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

3.3 Шкідливі речовини

Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників в умовах виробництва пива надано в формі таблиці 1.

Таблиця 3.1- Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників

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

В цеху по виробленню пива шкідлива речовина - пил зерна.

Таблиця 3.2 - Характеристика шкідливих речовин, які зустрічаються на даному виробництві.

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

3.4 Параметри мікроклімату

Категорія робіт, що виконується, за енергетичними витратами відноситься до Пб. Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату виробничого приміщення надані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Значення оптимальних та допустимих параметрів мікроклімату.

Період року	Категорія робіт по енерговитратах	Температура, 0°С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Пб	допустимі		
		15 -21	не більш 75	0,4
		оптимальні		
		17-19	40-60	0,2
Теплий	Пб	допустимі		
		16-27	не більш 65	0,2 - 0,5
		оптимальні		
		20-22	40 -60	0,4

3.5 Опалення та вентиляція

В приміщенні цеху передбачена система вентиляції і опалювання. Вентиляція - природна і штучна. Механічна вентиляція - загальнообмінна, припливно-витяжна, місцева і аварійна. Вид опалювання - центральний.

3.6 Освітлення

Для цеху по виробленню пива визначений III в розряд зорових робіт.

Має місце одnobічне природне освітлення. Підприємство знаходиться в IV світовому поясі. Нормативне значення коефіцієнту природного освітлення визначається по формулі 3.1:

$$e_n IV = e_n mc \% \quad (3.1)$$

де: $e_n IV$ - коефіцієнт природної освітленості (КПО) для IV пояса світлового клімату;

e_n - коефіцієнт природної освітленості для пояса світлового клімату;

m - коефіцієнт світлового клімату (0,9);

c - коефіцієнт сонячного клімату (1 + 0,75).

$e_n IV = 2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,8\%$.

Штучне освітлення -- загальне рівномірне. Як джерела світла використовуємо люмінесцентні лампи типу ЛБ 80-2. Тип світильника Н4Т4Л. Нормативне значення освітленості для III в розряді зорових робіт E_{min} складає 300 лк. Загальне освітлення виконано у вигляді ліній, що перериваються, світильників прямого світла (П) з дзеркальними екранними сітками і відбивачами. Характеристика освітлення в приміщенні надана в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 - Характеристика освітлення

Найменування приміщення	Площа підлоги м ²	Розряд зорової роботи	Освітлення		Нормована освітленість, E_{min} , лк
			природне	штучне	
			Вид освітлення (бокове, верхнє)	КПО, $e_n IV$	
Виробниче приміщення	200	III	бокове	1,8	300

3.7 Шум та вібрація

До джерел шуму на ділянки по виробленню пива відносяться вентиляційні установки, електродвигуни, насоси, технологічне обладнання. Допустимий рівень звукового тиску на робочому місті у приміщенні наданий в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Допустимі рівні звукового тиску та звуку

Види трудової діяльності, приміщення, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах зі середнегеометричними частотами, Гц	Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА			
	31,5	63	12-5	250	500
Крайні частоти в октавних смугах, Гц	22-45	45 -90	90 -180	180 -360	360-720
Виконання всіх видів робіт в виробничих приміщеннях	107	95	87	82	78

3.8 Міри безпеки

Зернопродукти зі сховища поступають на стадію очищення та дроблення. На цій стадії передбачена місцева вентиляція. Готування затору здійснюють шляхом подачі кондиційованої води температурою 40 - 45°C протягом 20 - 30 хвилин. Підіймають температуру до 50 - 52°C (білкова пауза). Потім температуру затору підвищують до 65°C та витримують при цій температурі 10-30 хвилин (мальтозна пауза).

Передбачено теплоізоляція наріжної поверхні. Затор переміщують і продовжують нагрівання до 70 - 72°C. Отримують остаточно оцукрений затор. Далі затор нагрівають до 75°C та перекачують на фільтрацію. Отримане перше сусло кип'ятиться із хмелем.

На наступній стадії здійснюють відділення сусла від хмелевої дробини. Охмелене сусло подається на стадію освітлення й охолодження пива та ділі на стадію бродіння пивного сусла. Отримане молоде пиво звільняється від дріжджів та різних дрібнодисперсних часток. Після доброжування, дозрівання та освітлення пиво насичується діоксидом вуглецю в

карбонізаторі, зливається у фарфас і далі під тиском CO₂ подається у відділення розливу. Електрообладнання занулено.

3.9 Електробезпека

Параметри електричної мережі: рід струму - змінний, напруга в мережі - 220/380 В; частота - 50 Гц. Клас приміщення по ступеню небезпеки ураження електричним струмом - II. Режим нейтралі живлячої мережі - трифазна чотирьопровідна мережа із заземленою нейтраллю.

По вибухо-пожежонебезпеці цех по виробленню пива відноситься до категорії В. Ступінь вогнестійкості II.

Зона класа приміщення - II Па. Допустимий рівень вибухозахисту і мінімальний ступінь захисту оболонок електричних машин - IP44.

Обов'язкові засоби пожежогасіння є вогнегасники, які наведені у табл.3.6.

Табл.3.6 - Первинні засоби пожежогасіння

Приміщення	Площа, м ²	Первинні засоби (наім. тип)	Кількість шт.	Вогнегасна дія
Виробничі приміщення, які належать до категорії В	200	Вуглекислоті вогнегасники ручні ВВК - 5	4	Ізоляція та охолодження

Для захисту від атмосферної електрики визначена категорія блискавкозахисту - II. Як захист від прямих ударів блискавки та її вторинних проявів передбачене захисне заземлення по контуру.

3.10 Охорона навколишнього середовища

Зростання витрат на охорону природи за останні роки пов'язано з різким збільшенням кількості нормованих викидів в атмосферу і водне середовище. При цьому завдається відчутного збитку не тільки природі, але і народному господарству, а також здоров'ю і самопочуттю людини. Цей збиток виявляється одночасно в декількох аспектах: моральному, естетичному, престижному, натуральному, соціальному, економічному. У цеху по виробленню пива речовин, що забруднюють навколишнє середовище вище установлених норм не утворюється. Однак для виключення забруднення навколишнього середовища необхідно проводити:

- контроль викидів в атмосферу за ГОСТ 17.2.3.02, ДСП 201;
- контроль стічних вод виробництва продукту за СанПіН 4630;
- контроль ґрунту від забруднень побутовими та промисловими відходами за СанПіН 42-128-4690.

4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ

Метою цього розділу є розрахунок економічної ефективності проекту та строку окупності прийнятого технологічного рішення виготовлення пива з використанням несолодженої сировини (черемхи). В цьому розділі також розраховуються собівартість та ціна виробництва даного продукту, а також роздрібна ціна.

Для одержання економічної користі, не втрачаючи якості готового продукту, необхідно постійно використовувати новітні технології пивоваріння. Головною ціллю є виробництво великої кількості напою та підтримка найвищої якості кінцевого продукту.

Основними етапами виробництва пива з додаванням ягід черемхи є дроблення сировини, приготування пивного сусла, бродіння та доброджування пива, фільтрація і стабілізація пива та його розлив.

Для підвищення потужності підприємства необхідно максимально використовувати існуюче обладнання й площу заводу та впроваджувати новітні технології, які використовуються у сучасному світі.

Основною ціллю цієї частини є зниження собівартості пива. У виробництві пива, як і у всіх харчових виробництвах, є особливість: у собівартості готового продукту вагома частка витрат припадає на сировину, у нашому випадку на ячмінь та черемху. Отже, вирішити проблему зниження собівартості можна, в першу чергу, знайшовши шляхи зниження вартості сировини. Результати економічної частини проекту вказані на таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники виробництва світлого пива з використанням несолодженої сировини.

Найменування показника	Значення
Обсягвиробництва, дал/рік	84000

Виручка від реалізованої продукції, тис. грн/рік	28513,24
Ціна, грн/дал	443,08
Собівартість, грн/дал	264,84
Рентабельність продукції, %	20

4.1 Виробнича программа підприємства

На виробництві робота йде в одну зміну, тому фонд часу роботитехнологічногообладнання ($T_{сф}$) визначається за формулою 4.1, год:

$$T_{сф} = (K - Z_{пл} - C_{в} - B) \cdot Z \cdot t, \quad (4.1)$$

де K – календарний фонд часу (365 днів);

$Z_{пл}$ – плановізупинкиобладнання за рік, днів (10 днів);

$C_{в}$ – кількістьсвятковихднів (11 днів);

B – кількістьвихіднихднів (94 дні);

Z – кількістьзмін на добу (1 зміна);

t – тривалістьзміни, год (9 годин).

$$T_{сф} = (365 - 10 - 11 - 94) \cdot 1 \cdot 9 = 2250,$$

Виробнича потужність проектованого цеху визначається за ведучимобладнанням по формулі 4.2, дал/год:

$$M = A \cdot П \cdot T_{сф}, \quad (4.2)$$

де A – кількістьоднотиповогообладнання, шт. ($A=1$);

$П$ – максимальна продуктивністьодиноціобладнання, дал/год. ($П = 40$ дал/год.);

$$M = 1 \cdot 40 \cdot 2250 = 90000,$$

Виробнича програма (план випускупродукції ВП) визначається за формулою 4.3, дал/рік:

$$ВП = M K_3, \quad (4.3)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження обладнання, приймається від 0,8 – 0,95.

$$ВП = 90000 \cdot 0,93 \approx 84000.$$

4.2 Розрахунок вартості і потреби у сировині і матеріалах

Розрахунок вартості і потреби сировини у матеріалах проводиться у таблиці 4.2. Величина вартості допоміжних матеріалів приймається у розмірі 5 – 30 % від вартості сировини і основних матеріалів: на 1 дал продукту становить – 24,34 грн.

4.3 Розрахунок вартості і потреба в енергоресурсах

Основними видами енергоресурсів, щовикористовуються на виробництві пива є: природний газ (а потім пара), електроенергія та вода [38].

Природний газ є стратегічно важливим енергоресурсом який дозволяє за короткий час та максимально швидко проводити процес нагрівання та кип'ятіння на стадіях виробництва. Це відбувається внаслідок згоряння природного газу та використання його теплоти для нагріву *пари*, яка по трубах надходить до варочного цеху та використовується як основний енергоносіє на підприємстві. Діючий тариф для підприємств на 2020 рік становить 4,78 за 1 м³ [39].

Електроенергія є не менш важливою складовою виробничого процесу. Завдяки їй приводяться в рух механічні приводи мішалок у ємностях, виконують свою роботу насоси та шнеки подачі несолодженої сировини та виводу дробини, працюють компресори нагнітання тиску повітря тощо.

Таблиця 4.2 – Вартість і потреба у сировині і матеріалах

Найменування	Річний випуск продукції, дал	Одиниця виміру	Питома норма витрат, кг/дал	Оптова ціна, грн/кг	Потреба на річний випуск, кг.	Витрати	
						на 1 дал, грн.	На річний випуск тис. грн
Сировина й матеріали	84000	кг					
1. Солод			1,68	38	141120	54,39	4351,4
2. Черемха			0,21	60	17640	9,50	776,2
3. Хміль			0,00185	1150	155	1,65	139,0
4. Дріжджі			0,000125	14400	0,01	0,31	25
Всього						66,56	5590,8
Відходи, що реалізуються							
Пивна дробина		кг	3,03	0,5	33600	1,69	15,44
Всього за винятком відходів, що реалізуються						67,1	5487,36

Але найбільше цього ресурсу надходить на холодильні установки, у нашому прикладі на охолоджувальну сорочку ЦКТ, котрі дозволяють підтримувати необхідну температуру бродіння та доброджування в циліндроконічних танках. Діючий тариф для підприємств на 2020 рік становить 2,9 грн за 1 кВт·год [39].

Вода є одним з найважливіших видів сировини, що використовується при виробництві пива. Тому необхідно, щоб її якість була найкращою, так як саме вода має велике значення при вирішенні питання якості кінцевого продукту. Діючий тариф для підприємств на 2020 рік становить 24,45 за 1 м³.

Результати обчислення вартості і потреби в енергоресурсах проводяться в таблиці 4.3 [39].

Таблиця 4.3 – Вартість і потреба в енергоресурсах

Найменування	Норма витрат, од/дал	Річний випуск продукції, дал	Ціна, грн/од	Потреба на річний випуск, од	Витрати	
					на 1 дал, грн	На річний випуск, тис. грн
Електроенергія, кВт·год	4,36	84000	1,9	366240	9,64	994,11
Пара, м ³	0,8403		4,78	67224	1,5	120
Вода, м ³	0,0354		21,35	2832	0,39	33,28
Всього енергоресурсів						11,53

4.4 Розрахунок чисельності промислово-виробничого персоналу та річного фонду оплати праці

До промислово-виробничого персоналу відносять працівників, зайнятих у виробництві та його обслуговуванні (у тому числі в науково-дослідних підрозділах та лабораторіях, на складах, в охороні, в управлінні підприємством) [38].

Виробничо-промисловий персонал підприємства поділяють на чотири категорії: робітники, керівники, спеціалісти та службовці [38].

Робітники – працівники, що безпосередньо зайняті створенням матеріальних цінностей, наданням послуг та виконанням робіт. Робітників поділяють на основних та допоміжних. До *основних* робітників відносять тих, які безпосередньо створюють продукцію. До *допоміжних* відносять робітників, зайнятих обслуговуванням обладнання та робочих місць у виробничих цехах, а також усіх робітників допоміжних цехів та господарств. До *керівників* відносять працівників, які перебувають на посадах керівників підприємств та їхніх структурних підрозділів (директори, начальники, завідувачі, виконроби, майстри, головні спеціалісти: головний бухгалтер, головний інженер, головний механік тощо). До *спеціалістів* належать працівники, які виконують спеціальні інженерно-технічні, економічні та інші роботи (інженери, економісти, нормувальники, бухгалтери, адміністратори тощо). До категорії *службовців* належать працівники, які здійснюють підготовку та оформлення документації, облік і контроль, господарське обслуговування (агенти, касири, креслярі, секретарі, діловоди, статисти тощо) [39].

Заробітна плата – це винагорода, виражена, як правило, у грошовому еквіваленті, яку згідно з трудовим договором власника або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану роботу [39].

За своєю структурою заробітна плата поділяється на основну, додаткову заробітну плату та інші заохочувальні й компенсаційні виплати.

Основна заробітна плата – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норм часу, виробітку, обслуговування, посадових обов’язків) [39].

Додаткова заробітна плата – це винагорода за працю понад встановлені норми, за трудові досягнення і винахідливість, а також за особливі умови праці [39].

До *інших заохочувальних та компенсаційних виплат* належать винагороди за підсумками роботи за рік, премії за спеціальними системами й положеннями, компенсаційні та інші грошові й матеріальні виплати, які не передбачені чиним законодавством або здійснюються понад встановлені ним норми [39].

Для розрахунку річного фонду оплати праці розраховується річний фонд робочого часу одного робітника, що наведено в таблиці 4.4 [39].

Таблиця 4.4 – Річний фонд робочого часу одного робітника

№ п/п	Показники	Робітники	
		основні	допоміжні
1	Календарний фонд часу, дні	365	
2	Кількість не робочих днів у тому числі:	–	
	вихідні	104	
	святкові	8	

3	Номінальний фонд робочого часу, дні	253
4	Невиходуна роботу (дні), у тому числі:	–
	чергові та додаткові відпустки	20
	Навчальні відпустки	3
	тимчасованепрацездатність	8
	іншіневиходи, дозволенізаконодавством	1
5	Корисний фонд робочого часу, дні	221
6	Середнятривалістьзміни, год.	9
7	Корисний фонд робочого часу в рік, год.	1768

4.5 Розрахунок собівартості продукції та прибутку

Собівартість продукції – це виражена у грошовій формі сума поточних витрат підприємства на підготовку виробництва, виготовлення і збут продукції [39].

Під час прийняття багатьох економічних рішень важливу роль відіграє обчислення собівартості одиниці продукції, зокрема при обґрунтуванні ціни на продукцію, схвалені рішення про випуск нової продукції, визначені рентабельності виробництва окремих типів продукції тощо.

Процес обчислення собівартості одиниці продукції називається *калькулюванням собівартості продукції* [39].

Кінцевим позитивним результатом господарської діяльності будь-якого підприємства є *прибуток*[39].

Розрахунок собівартості на одиницю продукції та річний випуск, а також розрахунок прибутку наведено в таблиці 4.5 [39].

Таблиця 4.5 – Собівартість на одиницю продукції, річний випуск та розрахунок прибутку

№ з/п	Статті калькуляції	Витрати		Структура витрат, %
		на 1 дал продукції, грн	на річний випуск, тис. грн	
1	Сировина і основні матеріали	64,31	5400,8	33,92
2	Допоміжні матеріали	23,34	1960,56	12,31
3	Паливно-енергетичні витрати	28,90	2422,31	15,21
4	Заробітна плата основних виробничих робітників	47,48	1769,09	11,11
5	Витрати на соціальні потреби	10,44	389,20	2,44
6	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	9,51	353,82	2,22
7	Загальновиробничі витрати	11,87	442,27	2,78
8	Виробничасобівартість	195,85	12738,05	80
9	Адміністративно-управлінські витрати	29,38	1910,71	12
10	Витрати на збут	19,61	1273,80	8
11	Повна собівартість	244,84	15922,02	100
12	Рентабельність, %	20		–
13	Прибуток	48,97	3184,40	–
14	Оптова ціна продукції	293,81	19106,42	–

15	ПДВ, тис. грн.	58,76	3821,28	–
16	Відпускна ціна з урахуванням ПДВ	352,57	22927,7	–
17	Торгована ціна	70,51	4585,54	–
18	Роздрібна ціна продукції	423,08	27513,24	–
19	Роздрібна ціна 1-го л продукту	42,30		–

Висновок: в результаті проведених розрахунків була отримана роздрібна ціна 1-го л. продукту = 42,30; рентабельність = 20 %. Отримавши такий результат, можна сказати, що виробництво світлого пива з використанням несолодженої сировини (ягід черемшини) є економічно ефективним проектом.

ВИСНОВКИ

Пиво – це ігристий освіжаючий напій з характерним ароматом і приємним гіркуватим смаком, насичений двооксидом вуглецю. Він вгамовує спрагу, підвищує тонус організму, сприяє правильному обміну речовин. У ньому містяться вуглеводи, білки, вітаміни, органічні кислоти. Випускають пиво світлих і темних сортів з малим і високим вмістом спирту, з легким або яскраво вираженим хмельовим смаком і ароматом. Охмілення пиву надає смак хмелю. Букет пива залежить від штаму дріжджів, температури і тривалості шумування.

Для приготування пива потрібно чотири види сировини: ячмінь, хміль, вода і дріжджі. Якість цієї сировини впливає на якість продукції, що виготовляється. В способі приготування пива, який включає зброджування суміші, що містить пивне сусло, з використанням дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, подальше доброджування напою, його освітлення та направлення на розлив, згідно з винаходом подрібнені ягоди черемхи додають спочатку на стадії приготування затору; далі хміль частково замінюють черемховим компонентом у сушварковому апараті.

Технологічний процес виробництва пива включає такі етапи: очищення і подрібнення зерно продуктів, приготування пивного сусла, зброджування пивного сусла дріжджами, доброджування і дозрівання пива, освітлення і розлив пива. Правильність виконання цих операцій, та дотримання всіх режимів впливає на якість кінцевого продукту. Показники якості готового пива повинні відповідати вимогам стандарту.

Контроль при виробництві пива здійснений з метою підвищення якості сировини, правильного проведення виробничих процесів, суворого дотримання технологічних нормативів, зниження втрат у виробництві і випуску високоякісної продукції.

Проведення оцінки органолептичних та фізико-хімічних показників пива, що було взяте на проведення аналізу, показало, що всі зразки відповідають вимогам стандарту.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Вид. офіц. Київ, 2015. 17 с.
2. Патент Російської Федерації RU 2084501 С1 С12 С 7/00. (1997). Способ производства пива.
3. *Saccharomyces cerevisiae* [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae – (дата звернення 15.05.2022). – Назва з екрану.
4. Jahn, A., Kim, J., Bashir, K.M.I., Cho, M. (2020). Antioxidant content of Aronia Infused Beer. *Fermentation*, 6, 71, p.1-9.
5. Lemoine, M.L., Fontana, U., Hurtado, J.B., Pintos, F.M., Arena, M.E., Vincente, A.R., Rodoni, L.M. (2021). Wild barberry fruit (*Berberis microphylla* G. Forst.) as a natural ingredient for beer brewing. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.*, 37(3), 313-324.
6. Nedyalkov, P., Bakardzhiyski, I., Dinkova, R., Shopska, V., Kaneva, M. (2022). Influence of the time of bilberry (*Vaccinium Myrtillus* L.) addition on the phenolic and protein profile of beer. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 21(1), 5 – 15.
7. Кунце, В., Мит, Г. (2001). Технология солода и пива: пер. с нем. – СПб., Изд-во «Профессия», 912 с.
8. Маркевич, Р. М. Расчет материальных и тепловых балансов пищевых производств : электронное учеб. - метод. пособие к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 1-48 02 01 «Биотехнология» / Р. М. Маркевич, Т. И. Ахрамович, О. В. Остроух. – Минск : БГТУ, 2015. – 192 с.

9. Мелетьев А.С. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / За ред. А. С. Мелетьєва. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2007. – 392 с.

10. Ємності ЦКТ [Електронний ресурс] // Ферма. – Режим доступу: https://www.russkayaferma.ru/stati/emkosti_tskt_naznachenie_istoriya_razvitiya/ – (дата звернення 15.05.2022). – Назва з екрану.

11. Матросов А.Д. Методичні рекомендації для курсового і дипломного проектування за темою «Бізнес-план проектування цехів по виробництву високомолекулярних з'єднань та їх виробництва». / А.Д. Матросов, Д.М. Бішеф, Н.М. Д'якова. – Х. : НТУ «ХПІ», 2003.

12. Балашов В.Е., Рудольф В.В. Техника и технология производства пива и безалкогольных напитков. - М: Легкая и пищевая промышленность. 1981г.

13. Булгаков Н.И. Биохимия солода и пива - 2 изд. переработанное и дополненное. - М: "Пищевая промышленность", 1976г.

14. Веселов И. Я., Чукмасова М. А. Технология пива. Пищепромиздат, 1963.

15. Главачек Д., Лхотский А., Пивоварение / Пер. с чешского М.: Пищевая промышленность, 1977. - 623 с.

16. Довгань В.Н. Книга о пиве. – Смоленск: Русич, 1995. – 576 с.

17. Емельянов А. Пиво: приятное с полезным. // Напитки. – 2003. - №17. – с.38.

18. Ермолаева Г. А., Колчева Р. А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: Учеб. Для нач. проф. Образования. – М.: ИРПО; Изд. Центр «Академия», 2000. – 416 с.

19. Назаров Н. И. Общая технология пищевых производств. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. -360 с.

20. Калупянц К.А. Химия солода и пива. - М: Агропромиздат, 1990.

- 21 Калунянц К.А. , Яровенко В.А. и др. Производство солода, пива и безалкогольных напитков. – М.: Колос, 1994. - 680 с.
- 22 Колчева Р. А., Ермолаева Г. А. Производство пива и безалкогольных напитков. – М.: Агропромиздат, 1985. – 264 ст. ил.
- 23 Ле Тху Ха, Анисимов С.А. и др. Характеристика солода, несоложенного материала и ферментативных препаратов, используемых в пивоварении / Московская Государственная Академия пищевых производств– М., 1995 – 14 с. Деп. в ВИНТИ 16.3.95 № 718
- 24 Мальцев П. М. Особенности в технологии сортового пива. КБП. Вып. 1 (26), 1946.
- 25 Мальцев П. М. Технология бродильных производств. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 360 с.
- 26 Мальцев П. М. Технология и оборудование пивоваренного производства. Пищепромиздат, 1948.
- 27 Мальцев П.М. Технология солода и пива. Спец. Курс М., "Пищевая промышленность", 1964.
- 28 Муравицкая Л.В. Технический контроль пивоваренного и безалкогольного производств и основы управления качеством продукции. - М.:Агропромиздат, 1987 г.
- 29 Обзорная информация АгроНИИТЭИПТ. Серия 22. Пивоваренная и безалкогольная промышленность, вып. 11, 1989 г; вып. 2, 1988 г.; вып. 9, 1990 г.
- 30 Покровская Н.В., Казанер Я.Д. Биологическая и коллоидная стойкость пива - М.: Пищевая промышленность, 1978.
- 31 Сапожник И.И. Изменение качества пива во время хранения. Товароведение 1986г. Выпуск 19.
- 32 Справочник по производству солода и пива. /Под общ. Ред. М.Т. Денщикова. - М: Пищепромиздат, 1962.
- 33 Технологическа инструкция по производству солода и пива. ТИ – 18-6-47-85. – М.:МПП СССР. НПО ПБП, 1985. – 164 с.

34 Тихомиров В. Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. – М.: Колос, 1998. – 448 с.: ил. (Учебники и учеб. Пособия для учащихся средних специальных учебных заведений).

35 Фертман Г.И., Муравицкая Л.В. Справочник для работников лабораторий пивоваренных заводов. -М.: Легкая и пищевая промышленность. 1982г.

36 Харчові технології. Короткий конспект лекцій: навчальний пос./ Ф. В. Перцевий та інш.; Харк. держ, ун-т харч. Та торг. –Х.: ХДУХТ, 2009. – 157 с.

37 Химико-технологический контроль производства солода и пива [П. М. Мальцев, Е. И., Е. И. Великая, М. В. Зазирная, П. В. Колотуша]. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 503 с.

38 Яровенко В. Л., Домарецкий В. А., Колчева Р. А. Технология солода, пива и слабоалкогольных напитков. Москва, 1992, 450 с.

39 ГОСТ 12788-87 Пиво. Методы определения кислотности

40 ГОСТ 12789-87 Пиво. Методы определения цвета

41 ГОСТ 30060-93 Пиво. Методы определения органолептических показателей и объема продукции.

42 ГОСТ 21947-76 Хмель пресованный. Технические условия

43 ГОСТ 5060-86 Ячмень пивоваренный. Технические условия

44 Закон України «Про охорону праці», 14.10.1992 2694-ХІІ у редакції від 12.02.2015 р. № 191 - VIII.

45. Про затвердження Державних санітарних норм та правил| від 08 квітня 2014 р. № 248 // Відомості Верховної Ради – 2014. – № 41 – ст. 1098.

46. Санітарні норми мікроклімату виробничого приміщення : ДСН 3.3.6.042-99. – Введ. 1999–12–01 – К.: МОЗ України, 2000. – 12 с.

47. Державні будівельні норми. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – Введ. 2014–01–01 – К.: Мінрегіон України, 2013. – 149 с.

48. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Інженерне обладнання будівель і споруд. – Введ. 2019 – 03 – 01. – К.: ТОВ «КИЇВПРОМЕЛЕКТПРОЕКТ», 2018. – 67 с.

49. ДБН В.1.1-7-16. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Введ. 2017 – 06 – 01. – К.: УкрНДЦЗ, 2017. – 47с.

50. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – Введ. 1999 – 12 – 01. – К.: МОЗ України, 1999. – 34 с.

51. ПУЕ-2014 Правила улаштування електроустановок. – Введ. 2014 – 01 – 01. – Харків : Форт, 2014. – 35 с.

52. Правила пожежної безпеки в Україні – Введ. 2014-12-30. – К.: МВС України, 2014.

53. НАПБ Б.03-002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – Введ. 2007 – 12 – 03. – К.: Держпожбезпеки МНС України, 2007.

54. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник / В. С. Джигирей. – К.: Знання, 2006. – 319 с.

55. Методичні вказівки до виконання техніко-економічного обґрунтування дипломних проектів за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / уклад. М. О. Попов, В. Ю. Верютіна, Н. М. Дьякова. – Харків : НТУ «ХП», 2018. – 15 с.