

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**факультет медико-фармацевтичних технологій**  
**кафедра біотехнології**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «ТЕХНІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА**  
**ПИВА СВІТЛОГО НЕФІЛЬТРОВАНОГО»**

**Виконав :** здобувач вищої освіти 4 курсу, гр. БТ621(4,6д)-01  
спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія  
освітньої програми Біотехнологія

Дар'я ТЕСЛЯ

**Керівник:** професор кафедри біотехнології, д.б.н., проф.  
Ольга ФІЛІПЦОВА

**Рецензент:** авідувачка кафедри біотехнології, біофізики та  
аналітичної хімії Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут», д.т.н., проф. Ольга  
БЛИЗНЮК

## **АНОТАЦІЯ**

Кваліфікаційна робота присвячена технічному переоснащенню виробництва нефільтрованого світлого пива «Пшеничний резерв» на крафтовій броварні «Пивна Легенда» компанії БАЛЕКС. Проведено аналіз сировинної бази, визначено параметри технологічного процесу, підібрано сучасне обладнання з урахуванням вимог до якості та енергоефективності. Визначено критичні контрольні точки, проаналізовано екологічні аспекти функціонування виробництва. Розраховано матеріальний баланс та кількість виходу готової продукції.

Робота складається з вступу, чотирьох розділів, графічних матеріалів, висновків, списку літератури з 29 джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 68 сторінок, містить 4 рисунк, 13 таблиць та 2 креслення формату А1.

*Ключові слова:* пивоваріння, нефільтроване пиво, світле пиво, виробництво пива, технічне переоснащення.

## **ANNOTATION**

The qualification work is devoted to the technical re-equipment of the production line for unfiltered light beer “Pshenychnyi Rezerv” at the craft brewery “Pivna Legenda” operated by BALEKS company. The raw material base has been analyzed, technological process parameters defined, and modern equipment selected in accordance with quality requirements and energy efficiency standards. Critical control points have been identified, and the environmental aspects of brewery operations have been examined. A material balance has been calculated, as well as the estimated output of the final product.

The work consists of an introduction, four chapters, graphic materials, conclusions, a list of references from 29 sources and appendices. The total volume of the work is 68 pages, contains 4 figures, 13 tables and 2 drawings of A1 format.

*Keywords:* brewing, unfiltered beer, light beer, beer production, technical re-equipment.

## ЗМІСТ

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                                              | 4  |
| 1 Аналітичний огляд.....                                                                | 6  |
| 2 Характеристика готового продукту, сировини, матеріалів, напівпродуктів.....           | 29 |
| 2.1 Характеристика готового продукту.....                                               | 29 |
| 2.2 Характеристика сировини, матеріалів, напівпродуктів .....                           | 32 |
| 2.3 Характеристика біологічного(их) об'єкту.....                                        | 34 |
| 3 Технологічна частина.....                                                             | 37 |
| 3.1 Розрахунок матеріального балансу.....                                               | 37 |
| 3.2 Розрахунок і вибір технологічного обладнання (із кресленням основного апарату)..... | 42 |
| 3.3 Опис технологічного процесу.....                                                    | 45 |
| 3.4 Схеми виробництва (зі специфікацією обладнання).....                                | 52 |
| 3.5 Критичні параметри виробництва.....                                                 | 56 |
| 3.6 Екологічні аспекти виробництва.....                                                 | 59 |
| Висновки.....                                                                           | 62 |
| Список використаної літератури.....                                                     | 63 |
| Додатки.....                                                                            | 65 |

|           |                 |          |        |     |                                                                                                |  |  |  |                               |      |         |
|-----------|-----------------|----------|--------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-------------------------------|------|---------|
|           |                 |          |        |     | 162.01.15.00 000 ПЗ                                                                            |  |  |  |                               |      |         |
|           |                 |          |        |     |                                                                                                |  |  |  |                               |      |         |
| Змн..     | Арк.            | № докум. | Підпис | Да- | Технічне переоснащення<br>виробництва пива світлого<br>нефільтрованого<br>Пояснювальна записка |  |  |  | Літ.                          | Арк. | Аркушів |
| Розробив  | Тесля Дар'я.    |          |        |     |                                                                                                |  |  |  |                               |      |         |
| Перевірив | Філіпцова О.В.  |          |        |     |                                                                                                |  |  |  |                               | 2    | 68      |
|           |                 |          |        |     |                                                                                                |  |  |  | НФаУ<br>Кафедра біотехнології |      |         |
| Н. контр. |                 |          |        |     |                                                                                                |  |  |  |                               |      |         |
| Затвердив | Хохленкова Н.В. |          |        |     |                                                                                                |  |  |  |                               |      |         |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Пиво є традиційним напоєм, що має глибоке історичне коріння та залишається популярним у сучасному суспільстві. Особливої уваги останніми роками набуло пиво нефільтроване — напій, що зберігає дріжджові культури, вітаміни та біологічно активні речовини, завдяки чому має яскраво виражений смак і короткий термін зберігання. Нефільтроване світле пиво належить до категорії «живої» продукції, що потребує суворого дотримання санітарно-гігієнічних вимог, технологічної стабільності та високої якості вихідної сировини.

У контексті зростаючих вимог до якості, безпеки та економічної доцільності виробництва, важливого значення набуває технічне переоснащення пивоварних підприємств. Впровадження сучасного енергоощадного обладнання, автоматизація окремих стадій технологічного процесу, зниження витрат на обслуговування обладнання — усе це сприяє підвищенню конкурентоспроможності готового продукту.

**Мета роботи** обґрунтування та розробка заходів з технічного переоснащення виробництва світлого нефільтрованого пива з урахуванням сучасних вимог до якості, гігієни та енергоефективності.

Завдання для досягнення мети були визначені такі:

- провести маркетинговий аналіз ринку світлого нефільтрованого пива;
- виконати аналітичний огляд сучасних технологій і обладнання, що застосовуються у виробництві нефільтрованого пива;
- охарактеризувати сировинні компоненти, допоміжні матеріали та вимоги до готової продукції;
- обґрунтувати вибір сучасного обладнання для технічного переоснащення окремих стадій виробництва;
- провести технологічні розрахунки;
- розробити технологічну та апаратурну схеми.

**Об'єктом роботи** є процес виробництва пива світлого

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 4    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

нефільтрованого, «Пшеничний резерв» по 0,5 л, у скляних пляшках, виробництва компанії БАЛЕКС

**Предметом роботи** є вивчення технології виробництва пива світлого нефільтрованого, «Пшеничний резерв» виробництва компанії БАЛЕКС та удосконалення його виробництва за рахунок впровадження сучасного обладнання.

**Методи дослідження.** Інформаційно-пошуковий, літературно-аналітичний, математичний, порівняльний, графічний.

**Практичне значення отриманих результатів.** Практична значущість роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані на малих і середніх пивоварних підприємствах при оновленні обладнання та оптимізації технологічного процесу з метою поліпшення якості нефільтрованого пива, зменшення втрат продукту та витрат ресурсів. Розроблені заходи з модернізації можуть бути адаптовані під різні обсяги виробництва та впроваджені з урахуванням вимог чинного законодавства і стандартів якості.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 5    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

## 1.1 Історичний розвиток пивоваріння в Україні (від давнини до початку ХХІ століття)

Історія пивоваріння в Україні має глибоке коріння, що підтверджується як археологічними знахідками, так і письмовими джерелами. Вже у ХІ столітті, за часів князя Ярослава Мудрого, на українських землях були відомі традиції виготовлення хмільного напою. Проте лише у ХVІІІ столітті було започатковано перше промислове виробництво пива — у 1715 році граф Станіслав Потоцький надав єзуїтському ордену дозвіл на заснування броварні у передмісті Львова.

У другій половині ХІХ століття пивоварна галузь в Україні почала стрімко розвиватися, і на початку ХХ століття українське пиво успішно конкурувало з продукцією провідних європейських виробників. Наприклад, у Києві та навколишніх регіонах функціонували десятки пивоварень, серед яких особливо вирізнявся завод баварського підприємця Карла Генріха Шульца, що у 1913 році досяг річної потужності у 600 тис. відер пива.



Рис. 1.1.Реклама львівського пива у 1920-х роках.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 6    |

У радянський період усі приватні пивоварні підприємства були націоналізовані. Унаслідок централізованої економіки їхня діяльність зазнала значної стандартизації, зокрема в частині рецептур та асортименту. Продукція отримала нові назви, які відповідали ідеологічним вимогам — зокрема, «Віденське» було перейменовано на «Жигулівське», також з'явилися сорти «Столичне» та «Березневе».

Після проголошення незалежності України у 1991 році галузь пивоваріння поступово почала повертатися до ринкових засад і національних традицій. У 1992 році першим приватизованим підприємством стала київська броварня «Оболонь». Асортимент продукції на той час був обмежений, серед найвідоміших варто згадати «Оболонь Світле» та «Оболонь Темне».

У середині 1990-х років відбулася модернізація підприємства, зокрема, у 1995 році було впроваджено першу в Україні лінію розливу пива у пластикові пляшки, а з 1997 року — у металеві банки. Асортимент було суттєво розширено новими сортами: міцним лагером «2000» (1998), «Оболонь Соборне» (1998) та «Магнат» (2001). Водночас стрімке зростання обсягів виробництва іноді призводило до компромісів із якістю, зокрема шляхом застосування ферментних препаратів для прискорення бродіння та освітлення.

У 1996 році бельгійський концерн Interbrew придбав контрольний пакет акцій пивзаводу «Десна» (Чернігів), що у радянські часи випускав типові «Жигулівське». Після модернізації підприємство розпочало виробництво сортів «Чернігівське Світле» та Taller, орієнтованих на ринок преміального європейського лагєру.

Справжнім проривом стало впровадження у 2003 році першого в Україні нефільтрованого пшеничного пива — «Чернігівське Біле». Завдяки своєму м'якому смаку й нетиповій для ринку каламутності, цей сорт швидко здобув популярність серед споживачів.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Інші регіональні виробники також намагалися зайняти власні ніші. Зокрема, харківська броварня «Рогань» випустила міцний сорт «Веселий монах», а ніжинський пивзавод — лагер «22 Porter», що відзначався високим вмістом екстракту (OG 22°) і вмістом алкоголю до 10%.

На жаль, економічна нестабільність призвела до припинення діяльності окремих підприємств. Так, у 2008 році виробництво на ніжинському пивзаводі було зупинено через фінансові труднощі. Аналогічна доля спіткала й донецький завод «Сармат», відомий своїм напівтемним сортом «Добрий Шубін», який припинив діяльність у 2014 році внаслідок втрати контролю над виробничими потужностями.

Таким чином, розвиток пивоваріння в Україні відображає загальні економічні, політичні та культурні трансформації, що відбувалися в країні впродовж століть — від ремісничих традицій Київської Русі до промислового виробництва ХХІ століття.

### **Становлення крафтового пивоваріння в Україні**

Крафтове пиво є явищем, що поєднує в собі традиційні технології пивоваріння та індивідуальний творчий підхід до формування рецептури. Попри відсутність єдиного офіційного визначення, під терміном «крафтове пиво» зазвичай розуміють продукцію, що виготовляється незалежними броварнями обмеженими партіями, з орієнтацією не на масовий ринок, а на високу якість, унікальність смакових характеристик і культурну цінність напою.

Визначальними рисами крафтового пивоваріння є персоналізований підхід пивовара до кожного етапу виробництва, використання нетипових інгредієнтів (прянощі, фрукти, ягоди, спеції, какао-боби тощо) та прагнення до створення оригінального смакового профілю. За словами співзасновника «Театру пива «Правда»» Юрія Заставного, крафтове пиво передбачає «особисту увагу пивовара до всього процесу виробництва, пріоритет якості над кількістю, комерцією та обов'язкову наявність елементів творчості» [1].

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Сенс крафтового виробництва не обмежується лише унікальністю рецептури або обсягами випуску. Вирішальним чинником є ідея — смак, аромат, візуальні характеристики, які пивовар має намір втілити у кінцевому продукті. Створення авторського пива — це послідовний і ретельно контрольований процес, що охоплює вибір сировини, визначення технологічної стадії для внесення додаткових інгредієнтів, а також оцінку органолептичних властивостей.

Формування смакових характеристик відбувається під впливом різних факторів: типу зерна, ступеня обсмаження солоду, сортів хмелю та особливостей технологічного процесу. Наприклад, легке обсмаження солоду сприяє формуванню світлих кольорів і м'якого смаку, тоді як темніше обсмаження надає глибших карамельних або шоколадних відтінків. Аромат хмелю може варіюватися від трав'яного до фруктово-цитрусового залежно від сорту та регіону вирощування.

В Україні крафтове пивоваріння набуло поширення у середині 2000-х років. Одним із чинників, що сприяли розвитку цієї галузі, стало зростання споживацького інтересу до нетипових сортів пива, зумовленого міжнародними подорожами, ознайомленням із пивною культурою інших країн та зростанням внутрішнього попиту на нестандартні смакові рішення. Так, за свідченнями українських пивоварів, справжнім відкриттям для них стали такі сорти як Sierra Nevada Pale Ale, що різко контрастували зі стандартною продукцією великих українських заводів.

Перші крафтові броварні в Україні почали з'являтися у форматі ресторанних пивоварень, що дозволяло поєднувати виробництво та реалізацію продукції на одному майданчику. Це було доцільно в умовах низької поінформованості населення про суть та переваги крафтового пива. Одним із перших підприємств такого типу стала ресторан-пивоварня «Пиваріум» у Києві (2007 рік), за нею у 2009 році відкрився ресторан «Пивна дума», перші варки якого здійснював відомий пивовар Дмитро Некрасов.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

У тому ж 2009 році у Донецьку розпочала діяльність «Юзівська пивоварна компанія», що з перших днів запропонувала шість авторських сортів: «Пілснер», «Бурштиновий лагер», «Портер», Weissebier, «Золотий Ель» та міцний стаут. Ресторанний формат забезпечив підприємству стабільний канал збуту та можливість просування нових пивних стилів серед українського споживача.

Паралельно зростала популярність пивних фестивалів, які стали платформою для презентації крафтових новинок та формування культури дегустації. Зокрема, у 2008 році у Львові було проведено перший міський фестиваль пива, а в подальшому масштабними подіями стали заходи на арт-заводі «Платформа» та дегустаційні зустрічі The Glass, організовані мережею Silpo.

Таким чином, крафтове пивоваріння в Україні сформувалося як відповідь на обмеженість ринку традиційного пива, запропонувавши споживачам широку палітру смаків, креативність і високу якість продукту, що поєднує ремісничу майстерність із новітніми технологіями.

### **Активізація крафтового пивоваріння в Україні у 2014–2019 роках**

Починаючи з 2014 року, в Україні спостерігалось стрімке зростання інтересу до крафтового пива, що супроводжувалося різким збільшенням кількості малих пивоварень. Попри попередні зусилля окремих підприємців, на той час крафтове пиво все ще залишалося малодоступним у традиційних торговельних точках — супермаркетах та більшості барів. Поширенню нового стилю споживання сприяли пивні фестивалі, які забезпечили широку рекламну підтримку, ознайомлення споживачів із новими смаками, ароматичними профілями та нестандартними рецептурами.

Одним із ключових чинників, що сприяв популяризації крафтового пива, став розвиток електронної комерції. Онлайн-платформи дозволили споживачам отримувати докладну інформацію про продукцію, ознайомлюватися з відгуками, порівнювати характеристики напоїв та приймати обґрунтовані рішення щодо покупки. Деякі броварні навіть запровадили практику попе-

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

реднього замовлення у форматі, що нагадує краудфандинг: виробництво пива розпочиналося лише після отримання підтверджених бронювань усієї партії.

У жовтні 2013 року ключовою подією стало реформування «Першого Дніпропетровського пивзаводу», заснованого ще у 1997 році. Після зміни управлінської команди та модернізації виробничих потужностей, підприємство отримало нову назву — **First Dnipro Brewery (FDB)** — та зробило ставку на виробництво крафтових сортів. У портфоліо з'явилися як традиційні лагери та портери, так і пиво стилю APA, IPA, а також оригінальні сорти із використанням нетипових інгредієнтів, зокрема шпинату та ірландського віскі.

Наприкінці 2014 року у Львові було відкрито концептуальний заклад «Театр пива «Правда», який поєднав виробничу та демонстраційну функції. Гості могли спостерігати за процесом пивоваріння в реальному часі, дегустувати напої та ознайомлюватися з технологічними тонкощами. Продукція броварні вирізнялася не лише екстравагантною рецептурою — зокрема, використанням квіток бузини та соняшника — а й візуальним оформленням: етикетки мали яскраве креативне оформлення і часто містили культурні або політичні алюзії (наприклад, сорти з назвами *Trump*, *Obama Hope*, *Putin Huilo*).

У 2014 році ідея започаткувати власну крафтову броварню виникла у генерального директора Google Україна Дмитра Шоломка. У співпраці з домашнім пивоваром Євгеном Депутатом та інженером Олександром Селюком було створено **Reformation Brewery (Rebrew)**. Початково задумане як хобі, підприємство швидко масштабувалося, перейшовши на об'єми до 1000 літрів за варку. Rebrew отримала визнання завдяки оригінальній концепції (наприклад, сорти «Купава», «Фрея») та співпраці з українськими артистами, зокрема проектом «Жадан і Собаки».

Після втрати контролю над Донецьком у 2014 році, засновник «Юзівської пивоварні» Василь Микулин переїхав до Києва і разом з партнерами відкрив **Varvar Brewery**. Почавши з невеликого виробництва, команда

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 11   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

швидко освоїла сучасні технології, стала однією з перших в Україні, хто розливав крафтове пиво в алюмінієві банки, та отримала численні міжнародні нагороди. Варто також відзначити активний розвиток напрямку витримки пива у бочках з-під вина та експансію продукції до провідних роздрібних мереж і навіть на експорт до країн Європи.

Своєрідну регіональну ідентичність у крафтовому пивоварінні почала формувати **гуцульська броварня «Ципа»**, заснована Олександром Шаталовим у селі Кваси, Закарпатської області. Основу рецептури тут становлять місцеві рослинні інгредієнти — гірські трави, хвойні екстракти тощо, що формують унікальний «теруарний» стиль пива.

У 2019 році представники провідних українських крафтових пивоварень ініціювали створення **Асоціації малих незалежних пивоварень України**, до якої увійшли такі бренди, як *Pravda*, *Varvar*, *FDB*, *Rebrew*, *Ципа*, *Кумпель*, *Ten Men*, *Underwood*, *The Code* та інші. Основними критеріями членства стали:

- незалежність виробника;
- обсяг виробництва, що не перевищує 5 млн літрів на рік;
- наявність офіційної ліцензії на пивоваріння в Україні;
- спільні цінності: орієнтація на якість, натуральність, експериментальність, відкритість до споживача.

Отже, у 2014–2019 роках в Україні сформувався повноцінний сегмент крафтового пивоваріння, який вирізняється гнучкістю, творчим підходом, високим рівнем технологічної культури та здатністю адаптуватися до запитів сучасного споживача.

## 1.2 Класифікація та характеристика пива

Характер і якість сировини, її обробка, зберігання та завершальні технологічні операції є основними факторами, що значною мірою визначають компоненти, присутні в конкретному сорті пива (Hough et al., 1982). Зазвичай пиво містить вуглеводи, пептиди або білки, а також хмелеві

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

речовини, такі як смоли, танінна кислота, ефірні олії тощо. Крім того, до складу пива входять етанол і вуглекислий газ у значних кількостях, а також невеликий відсоток оцтової кислоти та гліцерину. Загалом готове пиво містить приблизно 85–92% води за об'ємом із рівнем рН у межах 4,1–4,5.

### Типи пива

Пиво можна класифікувати за різними типами залежно від процесу ферментації (верхнє або нижнє бродіння), кольору (темне чи світле), вмісту алкоголю (легке чи міцне), типу доданих добавок, вмісту екстрактивних речовин та походження (Wunderlich and Back, 2009). Пільзнер — це пиво зі світлим тілом і кольором, що містить приблизно 3,4–3,81% алкоголю. Сезонне пиво типу Бок виготовляється взимку для продажу напередодні Великодня, а використання карамелізованого або обсмаженого солоду забезпечує його темний колір, солодкий смак і насичене тіло. Ель, стаут і портер виробляються з використанням дріжджів верхнього бродіння (Eßlinger, 2009). У процесі виробництва елю застосовується велика кількість хмелю, а вміст алкоголю в готовому продукті може досягати 8% за масою (De Keukeleire, 2000). Стаут і портер виготовляються із застосуванням насичених сусел без додавання допоміжних інгредієнтів, що зумовлює їх темний колір, густе тіло та високий вміст алкоголю.

За типом ферментації пиво поділяється на два основних види: пиво верхнього бродіння та пиво нижнього бродіння (Рис. 1.2; Табл. 1.1).

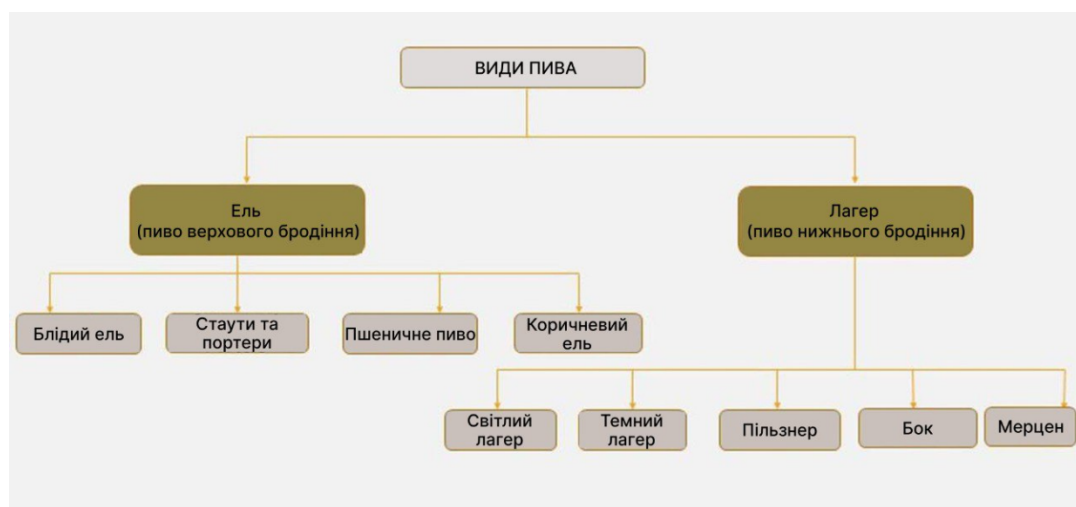


Рис. 1.2 Види пива

Таблиця 1.1

**Види пива та їх характеристики.**

| № з/п | Вид пива                             | Колір                           | Смак                         | Вміст алкоголю, % об. | Термін зберігання | Типові дріжджі                           |
|-------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------------|
| 1.    | <b>Ель (ALE)</b>                     |                                 |                              |                       |                   | <i>Saccharomyces cerevisiae</i>          |
|       | – Світлий ель (Pale ale)             | Від золотистого до бурштинового | Дуже ароматний               | 3,5–5,5%              | До 4 місяців      |                                          |
|       | – Портер і стаут (Porter and Stouts) | Чорний                          |                              | 5–8%                  | До 6 місяців      |                                          |
|       | – Пшеничне пиво (Wheat beer)         | Світле прозоре                  | Легко гірке                  | 4–5,5%                | До 4 місяців      |                                          |
|       | – Бурий ель (Brown ale)              | Від мідного до коричневого      | Фруктовий, з легкою гіркотою | 3,5–4,5%              | 4–6 місяців       |                                          |
| 2.    | <b>Лагер (LAGER)</b>                 |                                 |                              |                       |                   | <i>S. carlsbergensis, S. pastorianus</i> |
|       | – Світлий лагер (Pale lager)         | Світло-золотистий               | Ароматний                    | 4–5,5%                | 6–24 місяці       |                                          |
|       | – Темний лагер (Dark lager)          | Темно-коричневий                | Солодкий смак                | 3,5–6%                | До 6 місяців      |                                          |
|       | – Пільзнер (Pilsner)                 | Золотистий                      | Гіркий                       | 4,5–5,2%              | 4–6 місяців       |                                          |
|       | – Бок (Bocks)                        | Мідно-коричневий                | Солодово-ароматний           | 6–8%                  | 6–9 місяців       |                                          |
|       | – Мерцен (Marzen)                    | Мідний або бронзовий            | Солодовий і солодкий         | 5–6,5%                | 6–8 місяців       |                                          |

**Пиво верхового бродіння**

До пива верхового бродіння належить ель, який ферментується при помірно високих температурах (16–21 °C) із застосуванням дріжджів верхового бродіння, здебільшого *Saccharomyces cerevisiae*. Таке пиво, завдяки властивостям дріжджів, накопичується на поверхні ферментера. За рахунок підвищеної температури бродіння та присутності ефірів, елі зазвичай

дозрівають протягом 3–5 тижнів. Цей тип пива має насичений смак з пряними та фруктовими відтінками.

Основні різновиди елю:

#### *Світлий ель (Pale ale)*

Світлий ель виготовляється на основі хмелю та солоду, має колір від золотистого до бурштинового, помірну міцність і м'який, збалансований смак. Вважається перехідною ланкою між темними стаутами та світлими лагерами. Його характеризують як ароматне, але не надто важке пиво. Вперше був зварений в Англії.

#### *Портер і стаут (Porter and Stouts)*

Ці сорти пива ферментуються при високій температурі. Походять із Великої Британії та відзначаються темним кольором і легким присмаком патоки. Стаути виготовляються при середніх температурних режимах, мають майже чорний колір, що досягається за рахунок обсмаженого ячменю або солоду. Смак може бути гіркуватим або різкуватим.

#### *Пшеничне пиво (Wheat beer)*

Походить з Баварії (Німеччина). Найвідоміший представник — Hefeweizen — зазвичай має світле забарвлення і прозору текстуру. Має слабко виражену гіркоту, що робить його легким для споживання. У деяких випадках може виготовлятися без додавання хмелю.

#### *Бурий ель (Brown ale)*

Має колір від глибокого мідного до коричневого. Відзначається карамельним і шоколадним присмаком, а також помірною гіркотою. Американські бурі елі зазвичай мають слабко або середньо виражений хмільовий аромат і середню до високої гіркоту.

### **Пиво низового бродіння**

До пива низового бродіння належить лагер — найбільш поширений тип пива, який виробляється шляхом витримування за низьких температур. Для цього типу бродіння застосовують дріжджі *S. pastorianus* або *S.*

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 15   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

*Carlsbergensis*, які осідають на дні бродильного резервуару. Ці дріжджі є більш чутливими до умов середовища, потребують тривалого бродіння при низьких температурах та характеризуються низькою толерантністю до алкоголю. До прикладів лагеру належать Pilsner, Bock та Märzen.

Основні різновиди лагеру:

*Світлий лагер (Pale lager)*

Характеризується дуже світло-золотистим кольором, іноді — насиченим червонуватим. Має невисокий вміст алкоголю та легкий смак.

*Темний лагер (Dark lager)*

Має насичений темний колір і, зазвичай, яскраво виражену гіркоту. Втім, існують солодші варіанти, що відрізняються від стаутів або портерів за смаковим профілем. Міцність — середня.

*Пільзнер (Pilsner)*

Цей тип пива походить з міста Пльзень (Чехія). У його виробництві застосовується жорстка вода з високим вмістом кальцію та магнію. Має характерний квітковий аромат.

*Бок (Bocks)*

Німецькі сорти боків мають виражений солодовий смак, що надає їм солодкувато-горіхового профілю. Класичні боки — маломіцні, проте Doppelbocks, Weizenbock і Maibock — мають високий вміст алкоголю.

*Мерцен (Märzen)*

Також відоме як «березневе пиво». Це лагер із золотистим або темно-бурштиновим забарвленням і гіркуватим смаком. Історично зварювалося сильнішим за звичайне пиво і витримувалося у прохолодних умовах, що забезпечувало довше зберігання.

### 1.3. Склад середовища та компоненти пива

Середовище, що використовується у виробництві пива, зазвичай містить джерела вуглецю й азоту, а також вітаміни, фактори росту, іони металів та інші компоненти, необхідні для життєдіяльності дріжджів. Воно також повинне забезпечувати формування бажаного аромату, смаку, піни,

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 16   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

кольору, прозорості та стабільності готового пива. Одним із ключових факторів при розробці складу середовища є те, що дріжджі не здатні засвоювати деякі поживні речовини у їхньому природному вигляді. Наприклад, основним джерелом вуглецю є крохмаль, який дріжджі самостійно не перетравлюють. Тому перед використанням він піддається гідролізу до мальтози та глюкози під дією ферменту мальт-амілази. У результаті цього процесу також утворюються декстрини — продукти часткового гідролізу крохмалю, які, хоча й не засвоюються дріжджами, відіграють важливу роль у формуванні смакових властивостей напою.

Щодо джерел азоту — білків, то дріжджі також не мають здатності до їхнього розщеплення, оскільки не продукують відповідних протеолітичних ферментів. Для засвоєння азоту білки повинні бути попередньо гідролізовані до амінокислот і коротких пептидів за допомогою ферментів, які містяться у солоді. Частина білків має бути розщеплена лише частково, утворюючи пептони й пептиди, що беруть участь у формуванні смаку й стабільної піни пива.

Таким чином, вуглеводні та білкові компоненти середовища піддаються повному або частковому розщепленню під дією ферментів солоду, що виготовляється з ячменю. Солод також містить білково-азотисті сполуки й слугує основним джерелом крохмалю. У деяких випадках додатковий крохмаль вносять у вигляді так званих солодових замінників.

### **Основні інгредієнти пива**

До складу пива входять чотири основні інгредієнти: вода, джерело крохмалю (переважно ячмінний солод), дріжджі, які здійснюють спиртове бродіння, та хміль, що надає напою характерного аромату й гіркоти. У ролі додаткових джерел крохмалю можуть використовуватись кукурудза, рис, жито, овес, сорго тощо. У різних країнах застосовуються також нетрадиційні крохмалевмісні матеріали, зокрема просо, касава, картопля, які в пивоварінні об'єднуються під загальним терміном «зернова формула».

#### *Вода*

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Вода є основною сировиною для виготовлення пива, її частка в готовому продукті становить до 90 %. Її хімічний склад істотно впливає на смак пива, ферментативні процеси, стабільність і прозорість напою. До складу води можуть входити іони кальцію, магнію, сульфати, карбонати, хлориди, натрій, залізо. Вода, яка використовується у пивоварінні, має бути вільною від органічних та неорганічних домішок, бактерій і осаду. Вміст заліза у воді не повинен перевищувати 1 мг/л, оскільки це може призвести до небажаних змін кольору, смаку й скорочення терміну зберігання. Різниця у складі води обумовлює характер регіональних сортів пива — наприклад, жорстка вода сприяє виробництву темного пива, тоді як м'яка — світлого. Оптимальні параметри води для пивоваріння: рН 6,5–7, обмежена мінералізація, помірний вміст кальцію та сульфатів, низький вміст хлоридів та заліза.

#### *Солод*

Солод — це пророщене та висушене зерно, зазвичай ячменю, яке є джерелом ферментів, крохмалю та азотистих речовин. При виготовленні солоду зерно спочатку очищають і сортують, потім замочують у холодній воді при температурі 12–15 °С протягом 2–3 діб із періодичним оновленням води й аерацією. Після цього слідує етап пророщування, що триває 4–6 діб, у ході якого активуються ферменти — амілази, протеази, а також утворюються ароматичні й барвникові речовини. Завершальний етап — сушіння, при якому температура піднімається до 50 °С з метою збереження ферментативної активності. Для отримання темного солоду проводять додаткове обсмажування. Готовий солод звільняють від корінців і зберігають до моменту використання.

#### *Солодові замітники*

У разі, коли вміст білка в зерні перевищує кількість крохмалю, або для зниження вартості виробництва, до рецептури додають додаткові джерела крохмалю — рис, кукурудзу або інші зернові культури, які називаються солодовими заміниками.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 18   |

### Дріжджі

Дріжджі — це мікроорганізми, що здійснюють спиртове бродіння, перетворюючи цукри на етиловий спирт і вуглекислий газ, а також синтезують ароматичні речовини, які визначають органолептичні властивості пива. У пивоварінні застосовують дріжджі верхового бродіння (*Saccharomyces cerevisiae*) для елів та пшеничного пива і дріжджі низового бродіння (*Saccharomyces pastorianus*, *S. carlsbergensis*) для лагерів. Окрім основних штамів, іноді використовують також інші види дріжджів для створення спеціальних сортів пива.

### Хміль (*Humulus lupulus*)

Хміль — дводомна багаторічна трав'яниста рослина, що належить до родини *Hamamelidaceae*. Вона має два типи квіток: тичинкові та маточкові. Для пивоваріння використовуються лише висушені жіночі квітки, які мають шишкоподібну форму. Під дрібними листочками таких шишок знаходяться жовті залози, що містять лупулін — речовину, до складу якої входять смоли та ароматичні ефірні олії. Під час виробництва пива лупулін перетворюється на біологічно активні форми — гумулон і лупулон. Ці сполуки надають пиву аромат, освіжаючу гіркоту, сприяють утриманню піни та подовжують термін зберігання. Хміль також містить таніни, які утворюють з білками нерозчинні пластівці. Танінові речовини виконують функцію природного консерванта (завдяки антибактеріальним властивостям) і сприяють освітленню пива. Окрім цього, з хмелю виділяється пектин, який також може брати участь у формуванні піни.

## 1.4. Технологічні стадії пивоваріння

Процес виробництва пива називається пивоварінням, а будівля, де здійснюється комерційне виробництво пива, зветься пивоварнею. Основна мета процесу полягає у перетворенні крохмалю на солодкий рідкий субстрат — сусло (рідина, багата на цукри, азотисті сполуки, сірковмісні речовини та мікроелементи, що екстрагуються з солоду), з подальшим його

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 19   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

перетворенням на алкогольний напій шляхом контрольованого бродіння. Ферментація відбувається в закритих резервуарах, а також може мати місце вторинне бродіння — у пивоварні, бочці або пляшці.

### **Затирання**

Крохмалевмісну сировину (зазвичай солод) змішують із гарячою водою для створення ферментаційного середовища — сусла. У цьому процесі до води додаються подрібнений солод і додаткові інгредієнти у співвідношенні приблизно 2:1, після чого суміш кип'ятять для клейстеризації крохмалю, а потім піддають процесу затирання. Під час затирання ферменти, що містяться в солоді, діють при різних температурах. Після завершення затирання сусло відокремлюють від білкових залишків і оболонок, а потім кип'ятять із хмелем.

Амілолітична та протеолітична активність солоду проявляється в певному температурному діапазоні. Приблизно при 60°C утворюються пептони та пептиди великої молекулярної маси, а при 50°C ферментативна активність забезпечує утворення амінокислот та легкокорозчинних пептидів. Ці продукти є важливими для розвитку дріжджів, оскільки самі дріжджі не мають протеолітичних ферментів.

Оптимальна температура для дії  $\alpha$ -амілази та  $\beta$ -амілази становить 57–77°C. Крохмаль складається з амілози та амілопектину. Амілоза — це прямолінійний полімер глюкози, а амілопектин — сильно розгалужений.  $\beta$ -амілаза діє лише на короткі ланцюги амілози, не розщеплюючи розгалуження амілопектину, і діє найкраще при температурі 57–65°C.  $\alpha$ -амілаза розщеплює крохмаль випадковим чином, утворюючи великі декстрини, що надалі стають субстратом для  $\beta$ -амілази. Її оптимальна температура — 70–75°C. Проте частина фрагментів амілопектину залишається несприйнятливою до обох ферментів, утворюючи неферментовані декстрини.

### **Методи затирання**

Існують два методи затирання: інфузійне та відварне.

#### *Інфузійне затирання*

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 20   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Інфузійне затирання буває висхідним і низхідним. При висхідному методі солод змішують із водою температурою 38–50°C, і витримують протягом години для активності протеолітичних ферментів. Потім додають киплячі крохмалисті добавки для підвищення температури до 65–70°C, що сприяє розщепленню крохмалю. Далі температуру підвищують до 75°C або трохи вище для інактивації ферментів.

У методі низхідного затирання початкова температура води становить приблизно 77°C. Після додавання солоду температура падає до 70°C, потім підтримується в межах 65–70°C. Подальша обробка аналогічна попередньому методу.

#### *Декокційне (відварне) затирання*

Цей метод полягає у змішуванні затору при нижчій температурі — приблизно 40 °C, після чого температура поступово підвищується до близько 75 °C. На цьому етапі приблизно третину затору відбирають, нагрівають, коротко кип'ятять і повертають у головну масу. Це сприяє підвищенню загальної температури затору. Хоча ферменти в звареній частині інактивуються, крохмаль розчиняється, а клітинні стінки розм'якшуються. Після цього можна відібрати ще одну порцію, повторити процес кип'ятіння і знову повернути її в основний затор.

Утворені в результаті протеолітичної активності пептони й пептиди сприяють формуванню смаку, піни та її стабільності. Декстрини, які не піддаються бродінню, знижують вміст алкоголю в пиві та мають незначний вплив на смак, але в колоїдній формі можуть зменшувати аерацію та уповільнювати фільтрацію сусла.

Оскільки різні ферменти працюють найкраще при певному рН, важливо контролювати кислотність у процесі затирання. Наприклад,  $\beta$ -амілаза та протеаза найактивніші при рН 5,0–5,2. Від рівня рН залежить екстракція складників із солоду та добавок, а також виділення танінів і гірких речовин із лузги ячменю. На рівень рН впливає і ступінь переходу

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 21   |

кольорових речовин у сусло. Для корекції кислотності можуть використовуватись молочна, сірчана або ортофосфорна кислоти.

#### *Лаутеринг (відокремлення сусла)*

Лаутеринг — це процес відокремлення рідкого сусла від використаного зерна. Для цього використовують спеціальний посуд — лаутер-тун. Рідке сусло стікає вниз, а використані зерна, лузга та інші частки залишаються в посудині. Під час цього процесу також осідають тверді частинки, зокрема білки.

У сучасних пивоварнях часто застосовують фільтрувальні касети, що дозволяє використовувати більш дрібно помелене зерно. Також поширене безперервне промивання затору водою, що дозволяє збирати як перше сусло, так і промивну воду. У деяких випадках друге й навіть третє промивання проводиться окремо — з кожним наступним разом сусло стає слабшим, а відповідно й пиво виходить менш міцним. Такий метод називають варінням по типу Parti-gyle.

#### *Кип'ятіння сусла (варка)*

Під час кип'ятіння сусла до нього додають хміль — спочатку для гіркоти, потім для смаку та аромату. Кип'ятіння виконує кілька функцій. Воно сприяє екстракції з хмелю речовин, таких як ефірні олії, гіркі кислоти, таніни та смоли. Частина ефірних олій випаровується, оскільки вони леткі, але додаючи хміль наприкінці кип'ятіння, можна зберегти частину аромату.

Гіркі кислоти, такі як гумулон і лупулон, мають антимікробну дію і надають пиву характерного смаку. Таніни сприяють коагуляції білків і захищають сусло від зараження. У міру охолодження комплекси танінів із білками стають менш розчинними. Цей процес також покращує піноутворення. Надмірна екстракція хмелю може викликати небажану гіркоту.

Після завершення кип'ятіння хміль та згустки білка видаляють. Осад, що утворюється при кип'ятінні, називається "гарячим зламом". Для додаткової фільтрації використовують спеціальні ємності — хоп-бек.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 22   |

Кип'ятіння також концентрує та стерилізує сусло, інактивує ферменти, карамелізує частину цукрів і видаляє нестабільні речовини, які могли б спричинити помутніння готового продукту.

#### *Вірпулінг (завихрення суслу)*

Після кип'ятіння сусло перемішують по колу ложкою або насосом, створюючи завихрення. Під час цього тверді частинки збираються в центрі воронки, а рідина відтісняється до країв посудини. Ці тверді залишки — білки, хміль та інші частинки — утворюють осад, який називається "труб". Таким чином, вірпулінг допомагає очистити сусло перед охолодженням і подальшим бродінням.

#### *Інокулят*

При дотриманні асептичних умов відфільтроване сусло насичують киснем і швидко охолоджують. Це роблять для зменшення ризику контамінації, запобігання окисленню під час переміщення у ферментер і сприяння осадженню білків, що можуть впливати на смак, колір і прозорість пива. Охолоджене сусло перед бродінням може бути додатково відфільтроване або залишене як є.

У пивоварінні використовують як верхові, так і низові дріжджі. Верхові дріжджі піднімаються на поверхню під час бродіння, а низові — осідають на дно. Верхові дріжджі застосовують переважно для виробництва елів у відкритих резервуарах; до них належать також дріжджі для хлібопечення та виноробства. Для пивоваріння зазвичай використовують низові дріжджі.

Важливо обирати штами дріжджів, які здатні не лише ефективно бродити, а й вчасно флокулювати (осідати). Такі штами можуть вирощуватися як у самій пивоварні, так і спеціалізованими виробниками інокуляту.

Додавання дріжджів у сусло називають «засіванням» або «пітчингом». Для цього зазвичай використовують дріжджі, які були виділені з попередньої партії бродіння. Це відрізняє пивоваріння від багатьох інших видів ферментації, де для кожного циклу готують новий інокулят. Свіжий інокулят

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 23   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

потрібен лише у випадках значної контамінації або ослаблення активності дріжджів.

Перед повторним використанням дріжджі з попередньої ферментації очищують шляхом осадження з використанням кислот (наприклад, фосфорної, винної або персульфату амонію), знижуючи рН до приблизно 2,5, що допомагає усунути бактеріальні домішки.

### *Бродіння*

Процес бродіння пива є складним і залежить від складу сировини, обраного штаму дріжджів та умов проведення. Закрите бродіння є більш поширеним, оскільки легше запобігти проникненню сторонніх мікроорганізмів. Температурний режим підбирають з урахуванням типу пива та дріжджів.

Після насичення киснем і охолодження сусло подають у закритий ферментер з охолоджувальними змійовиками при температурі 10–11 °С. Приблизно через 24 години після внесення дріжджів починає утворюватися піна: спочатку біля стінок резервуара, згодом по всій поверхні. Внаслідок виділення вуглекислого газу дріжджові клітини піднімаються у товщу середовища.

На цьому етапі сусло можуть перевести у другий ферментер для видалення відмерлих клітин, осілих білків та смол хмелю. Якщо ж перед початком бродіння сусло було добре відфільтроване, переведення в інший резервуар може бути не обов'язковим.

Піна швидко наростає, досягаючи товщини до 30 см через 40–60 годин. У цей час відбувається інтенсивне розмноження дріжджів і виділяється значна кількість тепла, що підвищує температуру до 12–13 °С. Приблизно на п'ятий день інтенсивність бродіння зменшується, піна осідає, і температура знижується.

На останньому етапі бродіння (тривалістю 7–9 днів) дріжджі переходять у стан спокою та флокулюють. Частину піни можна зняти для покращення смакових властивостей напою.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 24   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

### *Холодне дозрівання*

Після завершення бродіння пиво переносять у спеціальні охолоджувані резервуари, де витримують при температурі 0–3 °С від кількох днів до кількох тижнів. За цей час на дно осідають нерозчинні фосфати, смоли та дріжджові клітини.

У процесі дозрівання відбувається утворення ефірів, що пом'якшують смак пива. Щоб запобігти помутнінню в готовому напої після охолодження, застосовують процедуру «холодного стабілізування» (chill proofing). Вона полягає у видаленні або зв'язуванні нестабільних білків, які при низьких температурах можуть спричинити помутніння. Для цього використовують протеолітичні ферменти, які розщеплюють білки до водорозчинних форм.

Також під час холодного дозрівання додають антиоксиданти, щоб запобігти окисленню пива. Найчастіше використовують аскорбінову кислоту або сульфіти.

### *Остаточна обробка або карбонізація*

Пиво насичується вуглекислим газом двома основними способами: методом «Краузенінгу», при якому додають активно бродячі дріжджі для створення так званої «природної карбонізації», або шляхом введення очищеного вуглекислого газу, виділеного з газів, що утворюються під час бродіння. Найпоширеніший спосіб додавання вуглекислого газу забезпечує остаточний вміст розчиненого CO<sub>2</sub> приблизно на рівні 0,5 % у пиві. Цей вуглекислий газ сприяє формуванню та утриманню піни, а також захищає пиво, заміщуючи розчинений кисень, який є шкідливим для стабільності продукту. У процесі краузенінгу до пива, що дозріває у холодному сховищі, додають близько 15 % активної бродильної суспензії та клітин, взятих на початкових стадіях бродіння. Протягом трьох-чотирьох тижнів дозрівання в холоді ці дріжджі повільно ферментують та усувають залишковий цукор.

Для досягнення остаточного рівня вуглекислого газу, подібного до введення CO<sub>2</sub> ін'єкційно, надлишковий газ, що виділяється в цей період,

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 25   |

відводиться. Після витрачання цукру пиво проходить додаткове дозрівання в холоді протягом кількох тижнів для покращення його прозорості.

### **Пакування та контроль якості**

Після дозрівання в холодному сховищі пиво знову проходить через охолоджувальні трубки та фільтр з діатомітовою землею перед розливом у пляшки, банки або бочки. Для видалення мікроорганізмів з пива можуть використовуватись бактерицидні мембранні фільтри. Для мінімізації окисних змін у продукті під час пакування суворо виключається контакт з повітрям. Крім того, це може бути забезпечено застосуванням глюкозооксидази — потужного стабілізатора, що видаляє кисень із верхнього шару розлитого пива, з метою збереження кольору, смаку, аромату та подовження терміну придатності.

Також розлите пиво піддається електронному контролю для виявлення твердих забруднень, мутності або каламутності. Пиво з часом деградує, особливо у плані смакових і зовнішніх властивостей. Ця деградація спричинена впливом сонячного світла, підвищеної температури зберігання, струшування або перемішування тари, а також внутрішньою окиснювальною реакцією, викликану залишковим киснем. Мутність — це найпомітніший і найочевидніший тип псування, який викликають нерозчинні крохмаль, білково-танінові комплекси, нестабільні білки та смоли. Мутність також може спричинитися мікроорганізмами — бактеріями та дріжджами.

Окрім традиційних технологій обробки, у сучасному пивоварінні широко застосовуються стійкі та інноваційні технології, такі як високотискобробка, омичний нагрів, імпульсні електричні поля, ультразвук та термосонікація. Роль цих передових технологій у ключових стадіях пивоварного виробництва останнім часом активно досліджується.

### **Корисні властивості пива**

При помірному вживанні пиво може мати позитивний вплив на здоров'я. Відомо, що пиво сприяє підвищенню протиракових властивостей організму, знижує ризик розвитку серцево-судинних захворювань, допомагає

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 26   |

контролювати анемію та гіпертонію, має антистаріючі властивості і захищає від утворення жовчних каменів.

### **Негативний вплив пива на здоров'я**

Вживання більше двох склянок пива по 12 унцій (приблизно 350 мл) на добу вважається шкідливим через численні побічні ефекти, серед яких почервоніння шкіри, сплутаність свідомості, порушення емоційного контролю, провали в пам'яті, втрата координації, судоми, порушення серцевого ритму та інші. Регулярне та тривале вживання пива може призвести до залежності від алкоголю та негативно впливати на організм, викликаючи втрату пам'яті, серцево-судинні захворювання, ураження печінки тощо. Окрім цього, у пиві можуть бути присутні фізичні, хімічні та мікробіологічні забруднювачі, які потенційно становлять загрозу для здоров'я людини, а сучасні стратегії зниження або усунення цих ризиків у масштабному виробництві потребують подальшого вдосконалення.

### **1.5. Порівняльна характеристика фільтрованого та нефільтрованого пива**

Однією з ключових класифікаційних ознак сучасного пива є ступінь його фільтрації. Фільтрація — це технологічний етап, який дозволяє видалити дріжджі, білкові сполуки та інші зважені частинки з пивного напою. Її наявність або відсутність безпосередньо впливає на зовнішній вигляд, смак, аромат, текстуру, стабільність та термін придатності продукції.

Нефільтроване пиво не проходить повного циклу фільтрації, завдяки чому зберігає більшу частину природних компонентів та має більш виражений сенсорний профіль. У свою чергу, фільтроване пиво характеризується прозорістю, стабільністю при зберіганні та чистим, легким смаком.

Порівняльну характеристику фільтрованого та нефільтрованого пива наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 27   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## Порівняльна характеристика фільтрованого та нефільтрованого пива

| Ознака                      | Нефільтроване пиво                                                                     | Фільтроване пиво                                                    |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Зовнішній вигляд</b>     | Каламутне або непрозоре через наявність дріжджів, білків та зважених частинок          | Прозоре, кришталево чисте; відсутність зважених речовин             |
| <b>Смак та аромат</b>       | Багатий, насичений, з фруктовими, пряними або земляними нотами                         | Легкий, свіжий, менш складний; можливе зниження смакової глибини    |
| <b>Текстура (mouthfeel)</b> | Щільна, кремова, більш «повна»                                                         | Легка, м'яка, освіжаюча                                             |
| <b>Харчова цінність</b>     | Вища: містить вітаміни групи В, амінокислоти, пробіотики                               | Нижча: більшість поживних речовин видаляються під час фільтрації    |
| <b>Стабільність</b>         | Менша: чутливе до умов зберігання, короткий термін придатності                         | Вища: стабільне, довготривалий термін зберігання                    |
| <b>Популярні стилі</b>      | Hefeweizen, New England IPA, бельгійські віти, сезон                                   | Лагери, пільзнери, більшість комерційних елів                       |
| <b>Цільова аудиторія</b>    | Поціновувачі крафтового пива, споживачі, що цінують автентичність і смакову складність | Масовий споживач, орієнтований на передбачувану якість і прозорість |

### Висновок до розділу 1

В розділі наведено історичні аспекти та сучасний стан виробництва пива в Україні. Наведена класифікація та характеристика пива, узагальнено підходи до виробництва пива.

Також узагальнено інформацію щодо сировини, яка використовується при виробництві пива.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 29   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО ПРОДУКТУ, СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ, НАПІВПРОДУКТІВ

### 2.1 Характеристика готового продукту

Пиво Пшеничний Резерв 0.5 л, виробництва крафтової броварні  
«Пивна Легенда» компанії БАЛЕКС (рис. 2.1.).



Рис. 2.1 Загальний вигляд пива «Пшеничний резерв» виробництва компанії  
Балекс.

#### Опис

Світле пшеничне пиво в німецькому стилі від броварні «Пивна  
Легенда» — це освіжаючий напій з сухим фінішем, вершковою  
консистенцією та унікальним бананово-гвоздичним дріжджовим профілем.

Цей пшеничний еліксир, відомий як Пшеничний Резерв, є вдалою  
інтерпретацією класичного німецького Weissbier, який вперше з'явився у  
Нижній Баварії ще в 1520 році. Протягом тривалого часу пиво перебувало під  
контролем родини Дегенбергів і герцога Баварського Максиміліана I, який  
управляв знаменитою броварнею «Браун Хофбройхауз». Лише з 1761 року  
інші пивоварні в Німеччині отримали право варити пшеничне пиво.

Щільність, OG - 12,5%

Рівень гіркоти, IBU - 18

Міцність, ABV - 4,5%

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 30   |

Пшеничний Резерв вирізняється від інших стилів пива завдяки додаванню пшеничного солоду до ячмінного, що надає йому особливий банановий і пряний смак. Цей характерний аромат виникає через утворення ефірів при високих температурах під час бродіння. Пиво зазвичай має мутний вигляд через відсутність фільтрації та має світлий, солодкуватий відтінок.

### **Вимоги до якості та безпеки пива**

Пиво повинно відповідати вимогам ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови», а також виготовляється згідно з рецептурою та технологічною інструкцією, затвердженими в установленому порядку. Крім того, необхідне дотримання чинних санітарних норм і правил, встановлених для підприємств харчової промисловості.

Відповідно до табл. 2.1, органолептичні характеристики пива повинні відповідати наступним вимогам:

Таблиця 2.1

### **Органолептичні показники пива**

| <b>Найменування показника</b> | <b>Світле пиво</b>                                                                                                                                | <b>Темне пиво</b>                                                                 |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Прозорість</b>             | Прозора або опалесцентна піниста рідина без сторонніх включень; допускається дріжджовий осад та поява білково-дубильних часток під час зберігання | Аналогічно, допускається дріжджовий осад                                          |
| <b>Аромат</b>                 | Чистий, зброджений солодовий з хмелевим ароматом, допускається дріжджовий відтінок                                                                | Зброджений солодовий з хмелевим ароматом, допускається дріжджовий відтінок        |
| <b>Смак</b>                   | Солодовий, з хмелевою гіркотою, з можливими пряно-ароматичними нотами (особливо в пшеничному пиві)                                                | Солодовий із вираженим карамельним або паленим відтінком, без сторонніх присмаків |

Фізико-хімічні показники якості пива наведено у табл. 2.2

Таблиця 2.2

## Показники якості пшеничного пива

| Найменування показника                       | Пшеничне пиво «Біле» |
|----------------------------------------------|----------------------|
| Екстрактивність початкового сусла, %         | 11,0                 |
| Об'ємна частка етилового спирту, %, не менше | 3,2                  |
| Кислотність, умовні одиниці                  | 1,5–3,2              |
| Колір, одиниці ЕВС                           | 9,5–26               |
| Вміст вуглекислого газу, %, не менше         | 0,40                 |
| Піноутворення: висота піни, мм, не менше     | 40                   |
| Стійкість піни, хв, не менше                 | 3                    |
| Енергетична цінність на 100 г, ккал          | 46                   |
| Вміст вуглеводів, г/100 г, не більше         | 5,6                  |

## Примітки:

1. Допустиме відхилення екстрактивності початкового сусла —  $\pm 0,3\%$ .
2. Енергетична цінність є інформаційним показником.
3. Вміст вуглекислого газу визначають у пиві, розлитому в пляшки або банки.
4. Допускається визначення або кислотності, або показника рН.
5. Показник «колір» може виражатися в одиницях ЕВС, SRM або іншій узгодженій системі.

Мікробіологічні показники - Концентрація дріжджових клітин у нефільтрованому пиві не повинна перевищувати 2,0 млн/см<sup>3</sup>.

Вимоги до вмісту токсичних елементів

Вміст токсичних елементів у пиві не повинен перевищувати гранично допустимі рівні (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

## Гранично допустимі рівні токсичних елементів у пиві

| Показник | Гранично допустимий рівень, мг/кг |
|----------|-----------------------------------|
|----------|-----------------------------------|

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Свинець                         | 0,3   |
| Миш'як                          | 0,2   |
| Кадмій                          | 0,03  |
| Ртуть                           | 0,05  |
| Нітрозаміни (сума НДМА та НДЕА) | 0,015 |
| Радіонукліди: Цезій-137         | 70    |
| Радіонукліди: Стронцій-90       | 100   |

**Примітка:** Допустимі рівні визначаються з урахуванням складу сировини, її компонентів та потенційно небезпечних домішок, що можуть накопичуватись у процесі пивоваріння.

## 2.2 Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів

Характеристика сировини що використовуються при виробництві пиванаведена у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

**Характеристика сировини для виробництва пива «Пшеничний резерв», по 0,5 л у пляшках скляних, по 1 банці у пачці з картону**

| Найменування сировини      | Категорія та номер НТД | Показники НТД, обов'язкові для перевірки                                                                        | Примітка                                                           |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Основна сировина</b> |                        |                                                                                                                 |                                                                    |
| Солод пивоварний ячмінний  | ДСТУ 4282:2004         | Масова частка вологи $\leq 5\%$ ; екстрактивність сухої речовини $\geq 80\%$ ; вміст білка 9–12%; колір 3–5 ЕВС | Основний компонент для надання характерного смаку та аромату пива. |
| Солод пшеничний            | ДСТУ 4658:2019         | Відповідність системі                                                                                           | Забезпечує характерний смак                                        |

|                            |                                                           |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                                           | управління<br>якістю;<br>екстрактивність<br>сухої речовини $\geq$<br>80%; вміст білка<br>9–12%; колір 3–5<br>EBC                                                           | та аромат<br>пшеничного пива.                                                                                                  |
| Хміль<br>гранульований     | ДСТУ<br>7028:2009                                         | Вміст $\alpha$ -кислот 3–<br>5%; вологість $\leq$<br>10%; чистота $\geq$<br>98%                                                                                            | Внесення гіркоти<br>та аромату;<br>використовується<br>благородний<br>німецький хміль,<br>характерний для<br>стилю Hefeweizen. |
| Дріжджі пивні              | ДСТУ<br>7344:2022<br>Дріжджі пивні.<br>Тех-нічні<br>умови | Життєздатність $\geq$<br>95%; чистота<br>культури $\geq$ 99%;<br>відсутність<br>сторонньої<br>мікрофлори                                                                   | Спеціалізований<br>штам дріжджів для<br>отримання<br>характерного<br>бананово-<br>гвоздичного<br>профілю пива.                 |
| Вода питна<br>підготовлена | ДСТУ<br>7525:2014<br>ДСанПіН 2.2.4-<br>171-10             | Відповідність<br>санітарним<br>нормам; вміст<br>нітратів $\leq$ 45 мг/л;<br>вміст заліза $\leq$ 0,3<br>мг/л; загальна<br>жорсткість $\leq$ 7<br>ммоль/л;<br>органолептичні | Вода проходить<br>попередню<br>підготовку для<br>забезпечення<br>стабільності<br>процесу<br>пивоваріння.                       |

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 34   |

|  |  |                                                                                            |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | показники: запах,<br>смак,<br>кольоровість,<br>каламутність<br>відповідно до<br>нормативів |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 2.3 Характеристика біологічного агента

У процесі виробництва пива на крафтовій броварні «Пивна Легенда» компанії БАЛЕКС застосовують два види гібридних сухих дріжджів французького походження: Saflager W-34/70 (для лагерів з ячмінного солоду) та Safbrew WB-06 (для пшеничних сортів пива). Кожен штам має унікальні технологічні властивості, що забезпечують відповідність органолептичному профілю певного стилю пива.

#### Дріжджі штаму Saflager W-34/70

Штам Saflager W-34/70 належить до дріжджів низового бродіння роду *Saccharomyces cerevisiae*. Він широко використовується у світовій пивоварній практиці, зокрема у виробництві лагеру. Даний штам дозволяє отримувати пиво з м'яким ароматом, що поєднує фруктові й квіткові ноти, а також збалансований смак із вираженою питкістю.

Таблиця 2.5

#### Фізико-хімічні характеристики дріжджів Saflager W-34/70

| Показник                          | Значення                  |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Масова частка сухих речовин, %    | 96–97,5                   |
| Вміст ефірів, мг/л                | 37                        |
| Вміст вищих спиртів, мг/л         | 155                       |
| Залишкові цукри, %                | 5                         |
| Флокуляційна здатність            | Висока                    |
| Діапазон температури бродіння, °C | 9–22 (оптимальна – 12–15) |

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 35   |

|                          |                                                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------|
| Рекомендована доза, г/гл | 80–120 при 12–15 °С; <12 °С – до<br>200–300 г/гл |
|--------------------------|--------------------------------------------------|

Таблиця 2.6

### Мікробіологічні показники дріжджів Saflager W-34/70 (на 100 г)

| Показник                             | Значення         |
|--------------------------------------|------------------|
| Кількість життєздатних клітин, КУО/г | $>6 \times 10^9$ |
| Вміст оцтовокислих бактерій          | <1 г             |
| Вміст молочнокислих бактерій         | <1 г             |

### Умови зберігання:

Під час транспортування – кімнатна температура. На складах – не вище 10 °С. Термін зберігання – до 24 місяців з дати виробництва. Після відкриття упаковку необхідно щільно закрити й зберігати за температури 4 °С, використати впродовж 7 днів.

### Дріжджі штаму Saflager WB-06

Штам Saflager WB-06 також належить до дріжджів роду *Saccharomyces cerevisiae* і спеціально адаптований для виробництва нефільтрованого пшеничного пива. Ці дріжджі формують характерний ароматичний профіль завдяки продукції ефірів та фенольних сполук. Пиво, зброджене цим штамом, вирізняється легким фруктовим ароматом із нотами банану та конюшини, а також вираженою питкістю.

Таблиця 2.7

### Фізико-хімічні характеристики дріжджів Saflager WB-06

| Показник                                     | Значення |
|----------------------------------------------|----------|
| Масова частка сухих речовин, %               | 96–97    |
| Продукція ефірів (фруктовий аромат),<br>мг/л | 50–70    |
| Вміст вищих спиртів, мг/л                    | 140–160  |

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| Здатність до флокуляції             | Середня |
| Оптимальна температура бродіння, °C | 18–24   |
| Рекомендована доза, г/гл            | 50–100  |

Таблиця 2.8

### Мікробіологічні показники Safbrew WB-06 (на 100 г)

| Показник                             | Значення         |
|--------------------------------------|------------------|
| Кількість життєздатних клітин, КУО/г | $>6 \times 10^9$ |
| Вміст оцтовокислих бактерій          | $<1$ г           |
| Вміст молочнокислих бактерій         | $<1$ г           |

### Висновок до розділу 2

Наведено характеристики готового продукту, пива пшеничного нефільтрованого «Пшеничний Резерв» виробництва крафтової броварні «Пивна Легенда» компанії БАЛЕКС, зокрема, його основні фізико-хімічні властивості та умови зберігання.

Проведено детальний аналіз сировини, матеріалів і напівпродуктів, що застосовуються у виробництві, а також визначено ключові вимоги до якості вихідних компонентів, які забезпечують стабільність і якість технологічного процесу.

Надано характеристику дріжджів, які використовуються для виробництва пива.

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розрахунок матеріального балансу

Таблиця 3.1

#### Матеріальний баланс стадій виробництва пива світлого нефільтрованого «Пшеничний Резерв»

| Витрачено                                   |                                                       |                                      |               | Отримано |                                                                 |                                      |               |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------|----------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------|
| №                                           | Найменуван<br>ня сировини<br>та<br>напівпродукт<br>ів | Од.<br>вимі<br>ру<br>кг<br>або<br>шт | Кіль<br>кість | №        | Найменування<br>кінцевого<br>продукту,<br>відходів та<br>витрат | Од.<br>вимі<br>ру<br>кг<br>або<br>шт | Кіль<br>кість |
| 1                                           | 2                                                     | 3                                    | 4             | 5        | 6                                                               | 7                                    | 8             |
| <b>ДР 2. Приготування пивного сусла</b>     |                                                       |                                      |               |          |                                                                 |                                      |               |
|                                             | <i><b>А Сировина</b></i>                              |                                      |               |          | <i><b>Б<br/>Напівпродукт</b></i>                                |                                      |               |
| 1                                           | Солод<br>ячмінний<br>очищений                         | кг                                   | 142,8<br>7    | 1        | Сусло                                                           | л                                    | 1183,<br>16   |
|                                             | Солод пше-<br>ничний очи-<br>щений                    | кг                                   | 61,23         |          | Дробина                                                         | кг                                   | 361,0         |
|                                             | Питна вода                                            | л                                    | 4500          |          | <i><b>В Втрати</b></i>                                          |                                      |               |
|                                             | Хміль грану-<br>льований                              | кг                                   | 2,19          |          | - Питна вода                                                    | л                                    | 20            |
|                                             | Освітлюючі<br>препарати                               | кг                                   | 0,1           |          | - Хміль грану-<br>льований                                      | кг                                   | 0,2           |
|                                             | Всього:                                               | л                                    | 5685,<br>29   |          | Всього:                                                         | л                                    | 5685,<br>29   |
| <b>ДР 3 Освітлення та охолодження сусла</b> |                                                       |                                      |               |          |                                                                 |                                      |               |

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 38   |

|   | <i><b>Б</b></i><br><i><b>Напівпродукт</b></i><br><i><b>т</b></i> |   |         |   | <i><b>Б</b></i><br><i><b>Напівпродукт</b></i> |   |         |
|---|------------------------------------------------------------------|---|---------|---|-----------------------------------------------|---|---------|
| 1 | Сусло                                                            | л | 1183,16 | 1 | Сусло                                         | л | 1071,67 |
|   | Холодна вода                                                     | л | 200     |   | <i><b>В Втрати</b></i>                        |   |         |
|   | Розсол                                                           | л | 150     |   | - Сусло                                       | л | 111,49  |
|   | Всього:                                                          | л | 1533,16 |   | Всього:                                       | л | 1533,16 |

**ДР4 Зброджування сусла та доброджування пива**

|   | <i><b>Б</b></i><br><i><b>Напівпродукт</b></i><br><i><b>т</b></i> |    |         |   | <i><b>Б</b></i><br><i><b>Напівпродукт</b></i> |    |         |
|---|------------------------------------------------------------------|----|---------|---|-----------------------------------------------|----|---------|
| 1 | Засівні дріжджі                                                  | кг | 0,7     | 1 | Пиво доброджене                               | л  | 995,32  |
|   | Пивне сусло                                                      | л  | 1071,67 |   | <i><b>В Втрати</b></i>                        |    |         |
|   |                                                                  |    |         |   | - Осілі дріжджі                               | кг | 8,76    |
|   |                                                                  |    |         |   | - Дозрівше пиво                               | л  | 76,35   |
|   | Всього:                                                          | л  | 1072,37 |   | Всього:                                       | л  | 1072,37 |

**ДР 5 Карбонізація пива**

|   | <i><b>Б</b></i><br><i><b>Напівпродукт</b></i><br><i><b>т</b></i> |   |        |   | <i><b>Б</b></i><br><i><b>Напівпродукт</b></i> |   |        |
|---|------------------------------------------------------------------|---|--------|---|-----------------------------------------------|---|--------|
| 1 | Пиво доброджене                                                  | л | 995,32 | 1 | Пиво карбонізоване                            | л | 992,34 |
|   |                                                                  |   |        |   | <i><b>В Втрати</b></i>                        |   |        |
|   |                                                                  |   |        |   | пиво на матеріалопроводах                     | л | 2,98   |
|   | Всього                                                           | л | 995,32 |   | Всього                                        | л | 995,32 |

**Стадія 6 Фасування та пакування**

|  | <i><b>Б</b></i><br><i><b>Напівпродукт</b></i> |  |  |  | <i><b>Б готовий продукт</b></i> |  |  |
|--|-----------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|--|--|
|--|-----------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|--|--|

|      |      |          |        |      |                     |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|--|--|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ |  |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |  |  | 39   |

|   |                                                |    |        |   |                                                                                               |    |        |
|---|------------------------------------------------|----|--------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|
|   | <i><b>m</b></i>                                |    |        |   |                                                                                               |    |        |
| 1 | Пиво<br>карбонизован<br>е<br>(нефасований<br>) | л  | 992,34 | 1 | Пиво в<br>пляшках                                                                             | л  | 970    |
|   | <i><b>В матеріали</b></i>                      |    |        |   |                                                                                               |    |        |
|   | Пляшки з<br>кришками                           | шт | 1945   |   | <i><b>В Втрати</b></i>                                                                        |    |        |
|   |                                                |    |        |   | Пиво в пляш-<br>ках<br>(технологічні<br>втрати та<br>контроль якості<br>готового<br>продукту) | л  | 22,34  |
|   |                                                |    |        |   | Пляшки                                                                                        | шт | 5      |
|   | Всього                                         | л  | 992,34 |   | Всього                                                                                        | кг | 992,34 |
|   |                                                | шт | 1940   |   |                                                                                               | шт | 1945   |

Відповідно до рецептури зі 100 кг зернопродуктів (зокрема 70 кг ячмінного солоду та 30 кг пшеничного солоду) отримують 489,96 л товарного пива.

Для визначення кількості зернопродуктів, необхідної для виробництва 1000 л пива, скористаємось пропорційним розрахунком:

Кількість зернопродуктів=100 кг489,96 л×1000 л=204,1 кг

Отже, для отримання 1000 л світлого нефільтрованого пива необхідно використати 204,1 кг зернопродуктів.

Співвідношення ячмінного і пшеничного солоду становить 70 % до 30 % відповідно. Відтак:

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Ячмінний солод:  $204,1 \times 0,7 = 142,87$  кг

Пшеничний солод:  $204,1 \times 0,3 = 61,23$  кг

*Розрахунок екстрактивних речовин у сировині*

Втрати солоду при поліруванні становлять 0,1%

Формула:  $G_c = m \times 0,001$

Ячмінний солод:  $G_{c.я.} = 142,87 \times 0,001 = 0,143$  кг

Пшеничний солод:  $G_{c.п.} = 61,23 \times 0,001 = 0,061$  кг

На подрібнення надійде:

Ячмінний солод:  $142,87 - 0,143 = 142,727$  кг

Пшеничний солод:  $61,23 - 0,061 = 61,169$  кг

*Сухі речовини в солоді*

Вологість ячмінного солоду – 5,6%, пшеничного – 5,5%.

Формула:  $CP = m \times (1 - \text{вологість})$

Ячмінний солод:  $CP_{c.я.} = 142,727 \times (1 - 0,056) = 134,735$  кг

Пшеничний солод:  $CP_{c.п.} = 61,169 \times (1 - 0,055) = 57,804$  кг

Сумарно сухих речовин:  $CP = 134,735 + 57,804 = 192,539$  кг

*Екстрактивні речовини*

Екстрактивність ячмінного солоду – 76%, пшеничного – 74%.

Ячмінний солод:  $EP_{c.я.} = 134,735 \times 0,76 = 102,398$  кг

Пшеничний солод:  $EP_{c.п.} = 57,804 \times 0,74 = 42,775$  кг

Сумарно екстрактивних речовин:  $EP = 102,398 + 42,775 = 145,173$  кг

*Розрахунок напівпродуктів*

*Гаряче сусло*

Масова частка сухих речовин у початковому суслі – 12%.

Маса гарячого сусла:

$m_c = 141,979 \times 10012 = 1183,158$  кг

Об'єм гарячого сусла при густині 1,040 кг/л:

$V_{г.с.} = 1183,158 / 1,040 = 1137,652$  л

З урахуванням теплового розширення (1,04 рази):

$V_{г.р.} = 1137,652 \times 1,04 = 1183,158$  л

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 41   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

*Холодне сусло*

Втрати при охолодженні (5,8% від об'єму гарячого сусла при 20°C):

$$V_{х.с.}=1137,652 \times (1-0,058)=1071,668 \text{ л}$$

*Молоде (зелене) пиво Втрати в бродильному цеху – 2,5%:*

$$V_{м.п.}=1071,668 \times (1-0,025)=1044,876 \text{ л}$$

*Доброджене пиво*

Втрати в цеху доброджування – 2,3%:

$$V_{д.п.}=1044,876 \times (1-0,023)=1020,843 \text{ л}$$

Втрати при розливі в кеги – 2,5%:

$$V_{т.п.}=1020,843 \times (1-0,025)=995,322 \text{ л}$$

Сумарні видимі втрати:

$$V_{в.в.}=1183,158-995,322=187,836 \text{ л}$$

*Розрахунок витрат хмелю*

Норма витрат: 22 г/дал = 0,022 кг/дал

Об'єм пива: 995,322 л = 99,5322 дал

Розрахунок: тв.хм.=995,322×0,02210=2,19 кг

*Розрахунок відходів*

Пивна дробина

Суша речовина у дробині: 14%

Коефіцієнт: 100100–86=7,14

Розрахунок: Гп.др.=50,560×7,14=360,998 к

Хмельова дробина

Безводна частина: 60% від маси хмелю

Коефіцієнт з урахуванням вологості 85%: 100100–85=6,67

Розрахунок: Гхм.др.=2,19×0,6×6,67=8,761 кг

Шлам сепараторний

Норма: 1,75 кг/100 кг зернопродуктів

Розрахунок для 204,1 кг: Гшлам=1,75×204,1100=3,572 кг

Відстій у танках доброджування

Норма: 1,71 л/100 кг зернопродуктів

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 42   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Розрахунок:  $V_{\text{відстій}} = 1,71 \times 204,1100 = 3,490$  л

Надлишкові дріжджі

Норма: 0,01 л дріжджів/1 л пива

Розрахунок:  $V_{\text{др.}} = 995,322 \times 0,01 = 9,953$  л

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 43   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

### 3.2 Розрахунок і вибір основного та допоміжного обладнання

Станом на сьогодні на крафтовій броварні «Пивна Легенда» компанії БАЛЕКС застосовується гідроциклонний пристрій із робочим об'ємом 200 літрів та продуктивністю 24 м³/год, який слугує для освітлення пивного сусла. Усі деталі агрегату, зокрема запірна арматура, насосна камера та поверхні, що контактують із продуктом, виготовлені з нержавіючої сталі, придатної для харчових виробництв. Внутрішні стінки та зварні шви мають відповідне полірування. Внутрішня поверхня апарата має дзеркальне полірування.

Аналізуючи схему виробничого процесу пива «Пшеничний резерв», можна дійти висновку, що для підвищення ефективності та економічної доцільності доцільно встановити новий гідроциклонний пристрій (вірпул). Цей апарат оснащений насосом високої потужності для створення завихрень сусла, має оглядове вікно, внутрішнє освітлення та обертову мийну головку, яка підключається до системи автоматизованої мийки (СІП).

При проєктуванні технологічної схеми крафтової пивоварні важливо врахувати раціональне використання основного обладнання, зокрема гідроциклонного апарата (вірпулу), який призначений для освітлення сусла після кип'ятіння.

#### Вхідні дані:

- Об'єм пляшки пива — 0,5 л
- Кількість пляшок на місяць — 1000 шт
- Об'єм продукції на місяць:

$$Q_{\text{міс}} = 1000 \times 0,5 = 500 \text{ л}$$

Об'єм продукції на рік:

$$Q_{\text{річ}} = 500 \times 12 = 6000 \text{ л}$$

- Орієнтовна густина сусла — 1,05 кг/л
- Річна кількість сусла (в масі):

$$G_{\text{річ}} = 6000 \times 1,05 = 6300 \text{ кг}$$

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 44   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Разове завантаження апарата — 100 кг

- Кількість разових завантажень у зміну — 2
- Кількість змін на добу — 1
- Номінальний фонд робочого часу — 249 днів

#### Формула розрахунку:

Кількість одиниць періодично працюючого обладнання визначається за формулою:

$$n = \frac{G_{\text{річ}}}{G_{\text{раз}} \times a \times b \times F_{\text{н}}}$$

де:

$G_{\text{річ}}$  — річна маса сировини, кг

$G_{\text{раз}}$  — разове завантаження апарата, кг

$a$  — кількість завантажень у зміну

$b$  — кількість змін на добу

$F_{\text{н}}$  — номінальний фонд робочого часу, днів

$$n = \frac{6300}{100 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 249} = \frac{6300}{49800} \approx 0,1265$$

Розрахункова потреба в обладнанні становить приблизно 0,13 одиниці, що означає достатність одного гідроциклонного апарата невеликого об'єму для забезпечення планового обсягу виробництва.

Для крафтового виробництва доцільним є використання вірпула об'ємом 100–200 л. Наприклад, апарат типу HG-200, що має такі характеристики:

| Показник      | Значення         |
|---------------|------------------|
| Робочий об'єм | 200 л            |
| Повний об'єм  | 280 л            |
| Матеріал      | Нержавіюча сталь |

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 45   |

Показник                      Значення

AISI 304

Тип подачі  
сусла                      Центробіжний насос

Потужність  
насоса                      1,1 кВт

Такий апарат повністю відповідає умовам крафтового виробництва з обсягом до 1000 пляшок на місяць.

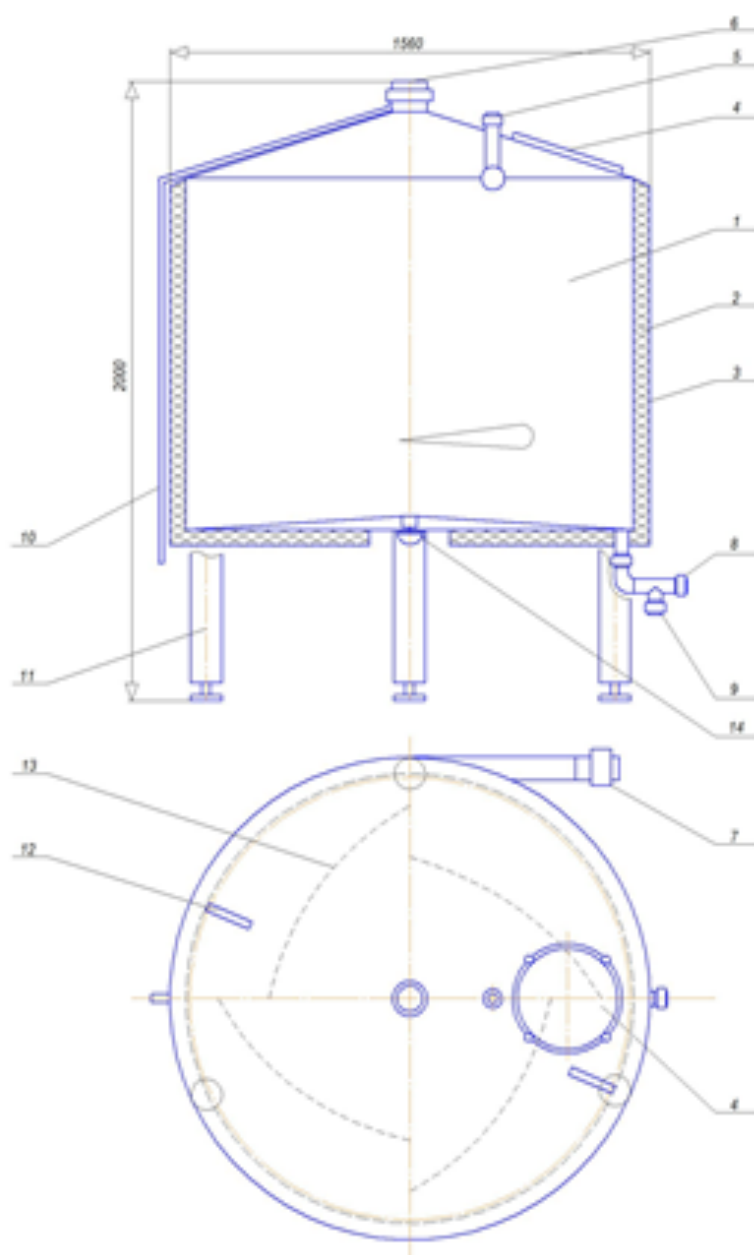


Рис. 3.1 – Загальний вигляд вірпула типу HG-200.

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

162.01.15.00 000 ПЗ

Арк.

46

### 3.3 Опис технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення пива включає такі етапи:

- підготовчі роботи та дроблення зернових матеріалів;
- фільтрування затору
- отримання пивного сусла;
- освітлення та охолодження сусла;
- зброджування сусла та доброджування пива ю;
- карбонізація;
- фасування напою;
- транспортування та зберігання.

Стадія ДР 2 Підготовчі заходи та дроблення зернових матеріалів

#### ДР 2.1 Очищення зернових матеріалів

Перед дробленням зернопродукти очищають від пилу та сторонніх частинок на машині для полірування солоду СМ 1 [К2.1.1], після чого зважують на автоматичних терезах порційного типу ПТ 2 [К2.1.2] і направляють на дроблення.

#### ДР 2.2 Дроблення солоду й ячменю

Очищений солод та ячмінь подрібнюють на дробарці з шістьма вальцями ВС 3 [К2.2.1]. Фракційний розподіл помелу солоду має відповідати таким нормам:

Солод:

Велика крупка та лушпиння: 10–15%

Середня крупка: 35–40%

Дрібна крупка: 20–25%

Борошно 15–20%

#### ТП 3 Виготовлення пивного сусла

##### ТП 3.1 Приготування пивного сусла

Під час затирання рекомендовано застосовувати солод із високою розчинністю. Метод затирання — одновідварний роздільний або настійний

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

(якщо використовується лише один вид солоду), залежно від його характеристик. Співвідношення сировини до води (гідромодуль) — 1:4.

Оптимальний рівень рН [КЗ.1.1] затору має бути в межах 5,4–5,6. Якщо якість води або солоду не забезпечує цей показник, проводять його регулювання, додаючи підкислювачі (молочну, лимонну кислоту чи гіпс).

#### Одновідварний роздільний метод

У котел для затирання ЗК 4 заливають потрібну кількість води, додають необхідну масу подрібненого солоду за температури 52–54 °С [КЗ.1.2]. Витримують суміш при температурі  $52 \pm 1$  °С протягом 20 хвилин [КЗ.1.3].

Поступово нагрівають із швидкістю 1 °С до 62–64 °С, витримують 40 хвилин. Далі нагрівають до 82–83 °С і витримують 20 хвилин. Нагрівають до кипіння протягом 20–30 хвилин. Наприкінці кипіння додають воду, щоб знизити температуру затору до 52–54 °С, і починають готувати основний затор. Виконують засип решти солоду, витримують при  $52 \pm 1$  °С протягом 20 хвилин. Нагрівають до температури 62–63 °С, витримують 40 хвилин. Підвищують температуру до 70–72 °С і залишають до повного завершення оцукрювання. Нагрівають до 76–78 °С і передають на етап фільтрації. При виготовленні суслу метод затирання обирає головний пивовар (настійний або відварний) залежно від якості сировини.

#### ТП 3.2 Фільтрування затору

Під час фільтрування затору розрізняють дві фази: відокремлення первинного суслу та вилучення екстрактивних речовин із дробини. Перед перекачуванням готового оцукреного затору в чан для фільтрації перевіряють герметичність люка для вивантаження дробини, нагрівають ємність, промиваючи її гарячою водою, і витісняють повітря [КЗ.2.1] із простору під ситом, подаючи знизу гарячу воду так, щоб вона вкривала сито на 1–1,5 см. Після перекачування затору в чан його залишають у спокої на 20–30 хвилин [КЗ.2.2]. Потім розпочинають фільтрацію, повертаючи перше мутне сусло

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 48   |

назад у чан. Після завершення фільтрації першого сусла дробину промивають водою з температурою 78–80 °С [К3.2.3], рівномірно розподіляючи воду по поверхні дробини за повільної роботи розпушувача. Потім зупиняють мішалку, дають дробині осісти та збирають промивні води в апарат для варіння сусла. Такі промивання проводять 2–4 рази. Масова частка [К3.2.4] сухих речовин у суслі перед кип'ятінням становить 12,5–12,6%. Температуру промивної води в збірнику підтримують на рівні 76–80 °С, щоб запобігти закисанню. Дробину промивають до масової частки сухих речовин у суслі 2,5–3,2%. Після промивання дробину вивантажують із чана й передають на корм худобі.

### ТП 3.3 Охмелення

Тривалість кип'ятіння сусла з хмелем становить 90–120 хвилин. Режим додавання хмелю обирають залежно від асортименту хмелепродуктів [К3.3.1], їхньої якості та терміну зберігання.

Рекомендується вводити хміль у три етапи:

Перша порція — 60% після 10–15 хвилин кип'ятіння сусла;

Друга порція — 25% після 35–40 хвилин кип'ятіння сусла;

Третя порція — 15% за 15 хвилин до завершення кип'ятіння сусла.

Для покращення очищення сусла за потреби застосовують освітлювальні добавки, які вносять у кипляче сусло за 5–10 хвилин [К3.3.2] до закінчення варіння з хмелем. Масова частка [К3.3.3] сухих речовин у готовому суслі —  $13\% \pm 0,3$ .

### ТП 4 Освітлення та охолодження сусла

#### ТП 4.1 Освітлення

Для освітлення сусла використовують гідроциклонний апарат типу «Вірпул» ГА 8. Сусло подають насосом через вхідний патрубок із встановленим соплом. Швидкість потоку сусла на виході з сопла становить 10–20 м/с [К4.1.1]. Завдяки тангенціальному напрямку потоку сусла всередині апарата виникає обертальний рух, що змушує завислі частинки збиратися в центрі дна, утворюючи конус осаду.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 49   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## ТП 4.2 Охолодження

Охолодження сусла проводять на пластинчастому теплообміннику ПТ 9 до температури 8–10 °С [К4.2.1] у два етапи (холодною водою та розсолем). Охолоджене сусло перед подачею на бродіння насичують стерильним повітрям із розрахунку 8–15 мг/л [К4.2.2] і передають для подальшої ферментації.

## ТП 5 Зброджування сусла та доброджування пива

Центральний процес, завдяки якому сусло стає пивом, — це спиртова ферментація. Під час бродіння хімічний склад сусла зазнає значних змін, перетворюючи його на смачний напій із приємним ароматом. Ферментація пивного сусла проходить у два основних етапи: основне бродіння та визрівання. На початковому етапі відбувається активне зброджування цукрів, унаслідок чого формується молоде (мутне) пиво, що має особливий смак і аромат, але ще не придатне для вживання. На етапі визрівання залишки цукрів повільно ферментуються, напій набуває характерних органолептичних якостей, стає прозорішим і насичується вуглекислим газом, тобто дозріває, перетворюючись на готовий продукт.

Основним процесом на етапі головного бродіння є біохімічне перетворення вуглеводів, які здатні зброджуватися, у етанол і вуглекислий газ. Крім головних продуктів ферментації, утворюються також додаткові та побічні речовини, що впливають на органолептичні характеристики напою.

У процесі утворення спирту в середовище виділяється тепло, яке необхідно відводити для забезпечення потрібного температурного режиму. На початкових стадіях бродіння дріжджі активно розмножуються. Згодом живильне середовище виснажується, накопичуються продукти ферментації, виникає надлишковий тиск, і темпи розмноження дріжджів поступово знижуються.

Після завершення основного бродіння сусло перетворюється на молодий напій, який ще не готовий для вживання. Його направляють на етап

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 50   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

визрівання та дозрівання. Під час визрівання відбуваються подібні процеси, що й на етапі основного бродіння, але з меншою інтенсивністю. У ході визрівання утворюється вуглекислий газ, який розчиняється та фіксується в напої (напій насичується CO<sub>2</sub>).

Основне бродіння для світлого нефільтрованого пива «Пшеничний резерв» проводять у ферментаційних апаратах періодичним методом.

Метод періодичного бродіння передбачає, що пивне сусло температурою 5–7 °С подається в апарат для ферментації. Дріжджі для пива додають у кількості 0,5 л на 1 гектолітр сусла. Після цього відбувається процес ферментації пивного сусла. Тривалість цього етапу становить 7–11 діб, залежно від початкової концентрації сусла. На третій день дозволяється підвищення температури до 8–10 °С із подальшим поступовим її зниженням до 4–5 °С.

Для ферментації сусла застосовують швидкорозброджуючі та глибокорозброджуючі штами пивних дріжджів низового бродіння.

Розведення чистої культури пивних дріжджів проводять згідно з «Технологічною інструкцією з розведення чистих культур дріжджів для виробництва пива».

Заборонено використовувати дріжджі з життєздатністю клітин нижче 95% або інфіковані бактеріями чи дикими дріжджами.

Дозволяється проводити кислотне промивання засівних дріжджів та стимулювати їхню активність за допомогою спеціальних добавок для дріжджів, дозволених відповідним центральним органом виконавчої влади України.

Засівні дріжджі зберігають за температури +1–+2 °С під шаром пива.

Ферментація сусла та визрівання пива здійснюються за традиційною схемою. У кожную варку сусла додають засівні дріжджі в кількості, що забезпечує початкову концентрацію дріжджових клітин у суслі 25–30 млн/см<sup>3</sup> [К5.1.1].

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 51   |

Початкова та максимальна температура бродіння залежать від властивостей і активності застосовуваних дріжджів і визначаються в кожному випадку в межах 8–12 °С [К5.1.2].

Завершення бродіння визначають за припиненням зниження масової частки екстракту в молодому пиві протягом 24 годин [К5.1.3].

Тривалість бродіння пива становить 7–8 діб до досягнення видимого екстракту 3,9–4,5%.

Температура пива, прийнятого на визрівання, не повинна перевищувати +4 °С.

Визрівання пива відбувається в закритих лагерних танках ЛТ 10 за температури від 0 до +2 °С протягом 21 доби в лінійному циклі без контакту з повітрям під тиском діоксиду вуглецю 0,04–0,06 МПа [К5.1.4] при температурі 0–(+2) °С, а в зимовий період — 40 діб.

Для підвищення активності визрівання та покращення смакових якостей у танки можуть додавати певну кількість суслу на стадії активного бродіння.

За потреби скорочення терміну витримки пива та вдосконалення його органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників на етапі визрівання застосовують різні покращувачі, стабілізатори та адсорбенти.

За 2–3 дні до завершення визрівання лабораторія підприємства відбирає зразок для аналізу. Якщо результати аналізу відповідають вимогам ДСТУ 3888, пиво направляють на фільтрацію, насичення вуглекислим газом та фасування.

#### ТП 6 Карбонізація

Якщо насичення пива діоксидом вуглецю недостатнє [К6.1.2], проводять додаткову карбонізацію на карбонізаторі відповідно до інструкції з експлуатації.

Пиво витримують у форфасах не менше 8 годин [К6.1.3] за температури 0–(+2) °С [К6.1.4].

#### ПМВ 7 Фасування пива

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 52   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Фільтроване пиво розливають у скляні пляшки марки та кеги відповідно до чинних нормативних документів.

Розлив у скляні пляшки виконують на автоматичній лінії, що складається з розливного автомата РА 14, укупорювального автомата УА 15, бракеражного автомата БА 16, етикетувального автомата ЕА 17 та пакувальної машини ПА 21.

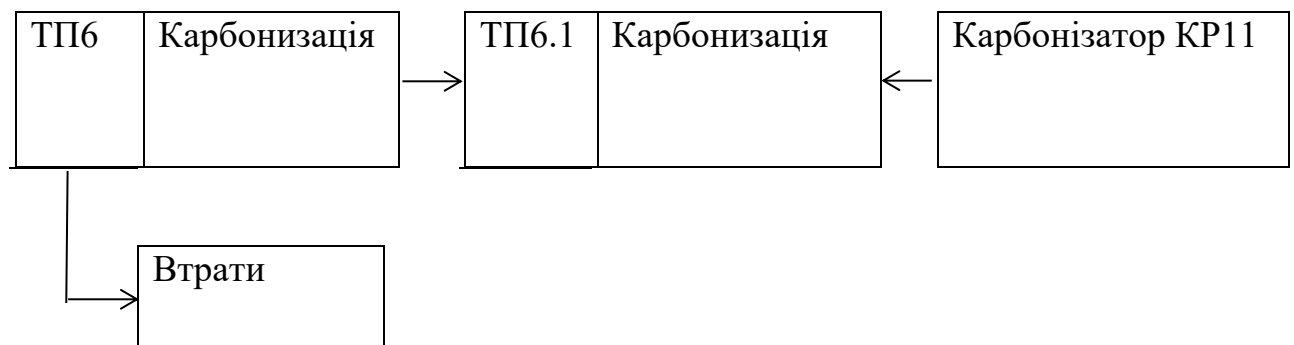
Температура пива під час фасування не повинна перевищувати +4 °С [К7.1.1].

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 53   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

### 3.4 Схеми виробництва (зі специфікацією обладнання)

Технологічна схема виробництва пива «Пшеничний резерв» на рис. 3.1





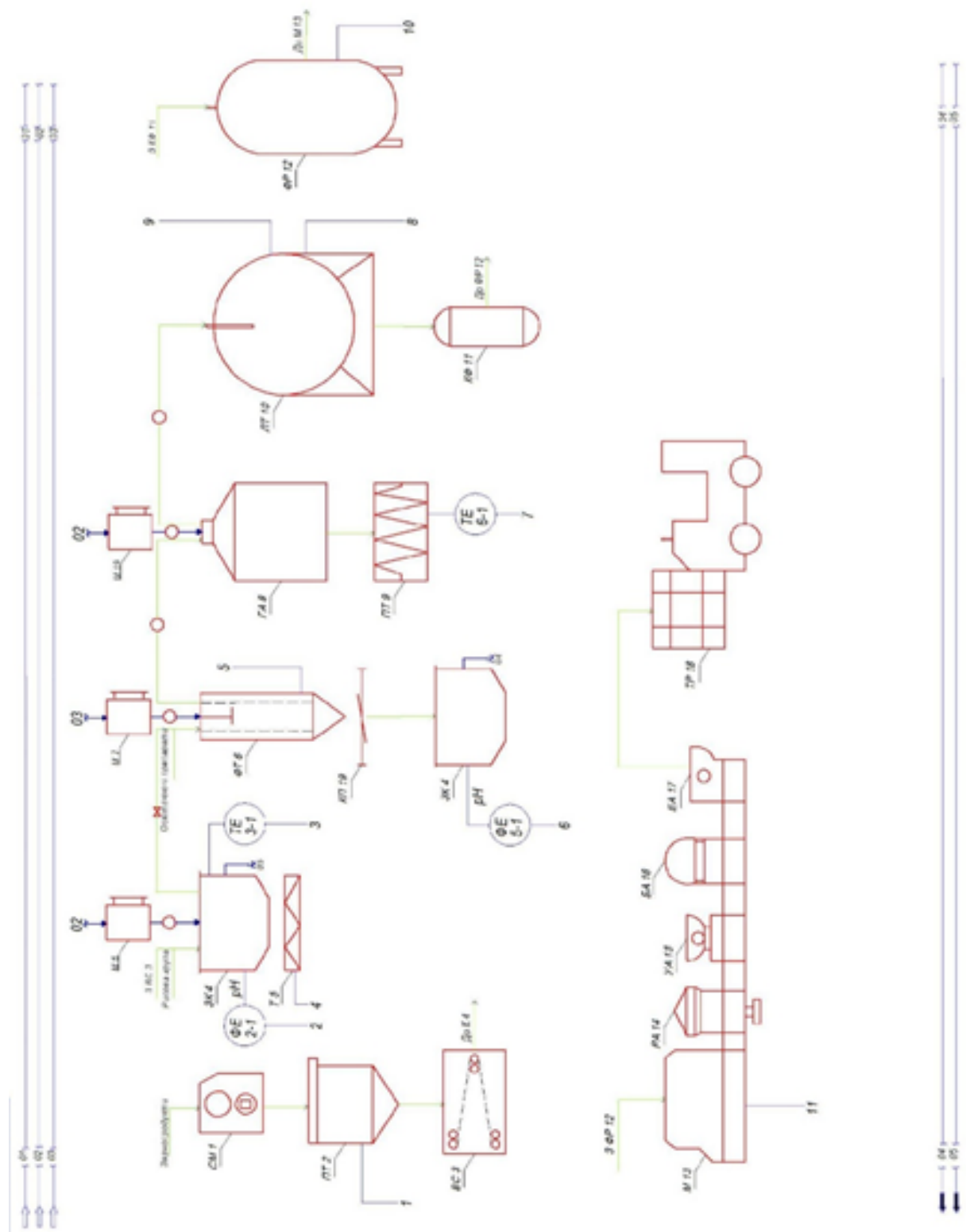


Рис. 3.3. Апаратурна схема виробництва пива пшеничного нефільтрованого

Специфікація обладнання виробничої ділянки отримання стандартизованої субстанції – густого екстракту кори дуба представлена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Специфікація обладнання дільниці з виробництва пива пшеничного  
нефільтрованого «Пшеничний резерв»**

| №  | Позначення | Найменування                                                                            | Кільк. | Маса<br>од.,<br>кг | Примітка            |
|----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------|---------------------|
| 1  | СМ 1       | Солодополірувальна машина ММР-300. Габарити: 1045х624х800. Виробник: Made in Czech Rep. | 1      | 960                | Н/сталь             |
| 2  | ПТ 2       | Автоматичні терези порційного типу WT-500. Габарити: 1200х600х400. Виробник: Україна    | 1      | 150                | Н/сталь, електронні |
| 3  | ВС 3       | Солододробарка з шістьма вальцями SD-600. Габарити: 1500х800х1200. Виробник: Чехія      | 1      | 450                | Н/сталь             |
| 4  | ЗК 4       | Заторний котел ЗК-1000. Габарити: 2000х1500х1800. Виробник: Чехія                       | 1      | 1200               | Н/сталь, ізоляція   |
| 5  | ФТ 6       | Фільтр-чан FT-1200. Габарити: 2200х1600х2000. Виробник: Чехія                           | 1      | 1800               | Н/сталь             |
| 6  | КП 19      | Ваги контрольні КР-300. Габарити: 800х600х400. Виробник: Україна                        | 1      | 120                | Н/сталь, електронні |
| 7  | ГА 8       | Гідроциклонний апарат «Вірпул» ГА-800. Габарити: 1500х1000х1200. Виробник: Чехія        | 1      | 900                | Н/сталь             |
| 8  | ПТ 9       | Пластинчастий теплообмінник РТ-1500. Габарити: 1800х900х1200. Виробник: Німеччина       | 1      | 700                | Н/сталь             |
| 9  | ЛТ 10      | Лагерний танк LT-2000. Габарити: 2500х1800х2200. Виробник: Чехія                        | 1      | 2500               | Н/сталь, ізоляція   |
| 10 | КР 11      | Карбонізатор КР-500. Габарити: 1200х800х1000. Виробник: Чехія                           | 1      | 600                | Н/сталь             |

|    |       |                                                                                  |   |      |                   |
|----|-------|----------------------------------------------------------------------------------|---|------|-------------------|
| 11 | РА 14 | Розливний автомат РА-1000. Габарити: 2000х1200х1500. Виробник: Італія            | 1 | 800  | Н/сталь           |
| 12 | УА 15 | Укупорювальний автомат УА-800. Габарити: 1800х1000х1300. Виробник: Італія        | 1 | 600  | Н/сталь           |
| 13 | БА 16 | Бракеражний автомат ВА-600. Габарити: 1600х900х1100. Виробник: Італія            | 1 | 500  | Н/сталь           |
| 14 | ЕА 17 | Етикетувальний автомат ЕА-700. Габарити: 1700х1000х1200. Виробник: Італія        | 1 | 550  | Н/сталь           |
| 15 | ПА 21 | Пакувальна машина РА-900. Габарити: 1900х1100х1400. Виробник: Італія             | 1 | 700  | Н/сталь           |
| 16 | ТС 12 | Транспортний конвеєр ТС-3000. Габарити: 3000х800х1000. Виробник: Україна         | 1 | 400  | Н/сталь           |
| 17 | СХ 13 | Складська холодильна камера СН-4000. Габарити: 4000х2000х2500. Виробник: Україна | 1 | 1500 | Н/сталь, ізоляція |

### 3.5 Критичні параметри виробництва

Контрольовані технологічні параметри кожної стадії технологічного процесу представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

#### Критичні параметри технологічного процесу виробництва пива світлого нефільтрованого

| Номер контролю<br>льної точки та назва стадії | Об'єкт контролю і показник, що визначається | Метод контролю | Періодичність перевірки та порядок відбору проб | Нормативна характеристика показника, що визначається |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                               |                                             |                |                                                 |                                                      |
|                                               |                                             |                |                                                 |                                                      |
| Змн.                                          | Арк.                                        | № докум.       | Підпис                                          | Дата                                                 |

162.01.15.00 000 ПЗ

Арк.

58

|                                                           |                                    |                      |         |                       |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---------|-----------------------|
|                                                           |                                    |                      |         | я                     |
| 1                                                         | 2                                  | 3                    | 4       | 5                     |
| ДР 2 Підготовка сировини                                  |                                    |                      |         |                       |
| ДР 2.1 Попередня підготовка та подрібнення зернопродуктів |                                    |                      |         |                       |
| K2.1.1                                                    | Відсутність сторонніх домішок      | Візуально            | Щоденно | Чистота за рецептурою |
| K2.1.2                                                    | Зернопродукти, маса                | Гравіметричний, ваги | Щоденно | Маса за рецептурою    |
| ДР 2.2 Подрібнення солоду та ячменю                       |                                    |                      |         |                       |
| K2.2.1                                                    | Солод та ячмінь                    | Гравіметричний, ваги | Щоденно | Маса за рецептурою    |
| ТП 3 Приготування сусла                                   |                                    |                      |         |                       |
| ТП 3.1 Приготування пивного сусла                         |                                    |                      |         |                       |
| K3.1.1                                                    | Вода та солод, рН                  | рН - метр            | Щоденно | 5,4-5,6               |
| K3.1.2                                                    | Солод, температура                 | Фізичний, термометр  | Щоденно | 52-54°C               |
| K3.1.3                                                    | Солод, час                         | Годинник             | Щоденно | 20 хв                 |
| ТП 3.2 Фільтрування                                       |                                    |                      |         |                       |
| K3.2.1                                                    | Сусло, повітря                     | Манометр             | Щоденно | Тиск за рецептурою    |
| K3.2.2                                                    | Сусло, час                         | Годинник             | Щоденно | Час за рецептурою     |
| K3.2.3                                                    | Дробина, температура               | Термометр            | Щоденно | 78-80°C               |
| K3.2.4                                                    | Масова частка сухих речовин        | Термографічний метод | Щоденно | 12.5-12,6%            |
| ТП 3.3 Охмілення                                          |                                    |                      |         |                       |
| K3.3.1                                                    | Хміль, маса                        | Ваги                 | Щоденно | Маса за рецептурою    |
| K3.3.2                                                    | Сусло, час                         | Годинник             | Щоденно | 5-10 хв               |
| K3.3.3                                                    | Сусло, масова частка сухих речовин | Термографічний метод | Щоденно | 13±0,3%               |
| ТП 4 Освітлення та охолодження сусла                      |                                    |                      |         |                       |
| ТП 4.1 Освітлення                                         |                                    |                      |         |                       |
| K4.1.1                                                    | Сусло,                             | Насос                | Щоденно | 10-20 м/сек           |

|                                               |                            |                          |         |                       |
|-----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------|-----------------------|
|                                               | швидкість                  |                          |         |                       |
| ТП 4.2 Охолодження                            |                            |                          |         |                       |
| K4.2.1                                        | Сусло,<br>температура      | Термометр                | Щоденно | 8-10 °С               |
| ТП 5 Зброджування сусла та доброджування пива |                            |                          |         |                       |
| K5.1.1                                        | Дріжджі                    | Гравіметричний<br>, ваги | Щоденно | Маса за<br>рецептурою |
| K5.1.2                                        | Дріжджі,<br>температура    | Термометр                | Щоденно | 8-12 °С               |
| K5.1.3                                        | Бродіння, час              | Візуальний               | Щоденно | 24 год                |
| K5.1.4                                        | СО <sub>2</sub> , тиск     | Манометр                 | Щоденно | 0,04-0,06<br>Мпа      |
| ТП 6 Карбонізація пива                        |                            |                          |         |                       |
| K6.1.1                                        | Аскорбінова к-<br>та, маса | Ваги                     | Щоденно | 5-10г/кг              |
| K6.1.2                                        | СО <sub>2</sub> , тиск     | Манометр                 | Щоденно | Тиск за<br>рецептурою |
| K6.1.3                                        | Пиво, час                  | Годинник                 | Щоденно | 8 год                 |
| K6.1.4                                        | Пиво,<br>температура       | Термометр                | Щоденно | 0(+2) °С              |
| ПМВ 7 Розлив пива                             |                            |                          |         |                       |
| K7.1.1                                        | Температура<br>розливу     | Термометр                | Щоденно | +4°С                  |
| K7.1.2                                        | Розлив,<br>інтервал часу   | Годинник                 | Щоденно | 25 ек                 |

### 3.6 Екологічні аспекти виробництва

Сучасне пивоварне виробництво, зокрема виготовлення світлого нефільтрованого пива, супроводжується впливом на довкілля, який зумовлений використанням води, енергії, сировини рослинного походження, а також утворенням побічних продуктів і відходів. Екологічна безпека і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище є одними з пріоритетних завдань сталого функціонування пивоварних підприємств, особливо в умовах посилення вимог природоохоронного законодавства та зростання соціального запиту на екологічно відповідальне виробництво.

Одним із ключових екологічних факторів у пивоварінні є значне водоспоживання. Вода використовується на всіх етапах: при затиранні солоду, промиванні дробини, кип'ятінні сусла, охолодженні, очищенні обладнання, митті тари тощо. На виробництво одного літра пива може припадати до 5–6 літрів води, значна частина якої перетворюється на стічні води, що потребують очищення перед скиданням у каналізацію чи повторним використанням. Стічні води пивоварного виробництва характеризуються підвищеним вмістом органічних речовин (високий БСК), азотистих сполук, залишків хмелю, дріжджів, миючих засобів. З цієї причини важливим екологічним аспектом є функціонування локальних очисних споруд або інтеграція в загальну систему біологічного очищення стічних вод, а також впровадження систем повторного використання промивної води, що дозволяє скоротити загальне водоспоживання.

Ще одним екологічно значущим елементом виробництва є утворення твердих та напівтвердих побічних продуктів, серед яких основними є пивна дробина, дріжджові осади, хмелеві залишки. Незважаючи на те, що ці побічні продукти мають потенціал до повторного використання, зокрема як кормові добавки або для виробництва біогазу, відсутність розвиненої логістики утилізації може спричиняти надмірне накопичення органічних відходів і погіршення санітарного стану виробничих майданчиків. З метою мінімізації

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 61   |

впливу на навколишнє середовище доцільно налагодити співпрацю з тваринницькими господарствами та підприємствами з переробки органічної біомаси.

Споживання енергії також становить значну частку в екологічному балансі пивоварного виробництва. Основними споживачами є котельні установки, системи охолодження, обладнання для пастеризації, насосне і мийне устаткування. Особливо енергоємними є етапи варіння сусла та його охолодження. Використання застарілого обладнання призводить до перевитрат енергії та зростання викидів парникових газів, зокрема вуглекислого газу. У зв'язку з цим модернізація енергосистем з переходом на енергозберігаючі технології, теплообмінні установки, відновлювані джерела енергії (наприклад, сонячні колектори для нагріву води) є дієвими шляхами зниження екологічного навантаження.

Особливу увагу необхідно приділяти поводженню з відходами упаковки. У виробництві нефільтрованого пива зазвичай використовується скляна або ПЕТ-тара, а також кеги. Використання одноразової упаковки зумовлює утворення твердих побутових відходів, які потребують роздільного збору та утилізації. Впровадження принципів замкненого циклу (reuse/recycle), наприклад повернення скляних пляшок або використання біорозкладної упаковки, є актуальними для зменшення обсягів утилізації.

Також варто згадати про викиди ароматних речовин, що утворюються при варінні сусла, ферментації, митті обладнання. Хоча ці викиди, як правило, не несуть загрози для здоров'я, вони можуть спричинити скарги з боку населення при розміщенні пивоварного підприємства в межах житлової забудови. Для вирішення цієї проблеми застосовуються системи дезодорації повітря, фільтрації парів через вугільні або біологічні фільтри.

У контексті виробництва нефільтрованого пива, де не застосовуються фільтраційні матеріали на основі діатомітів, кількість деяких типів відходів зменшується, проте зберігається потреба в обережному поводженні з мікробіологічно активною продукцією. Важливими є дотримання санітарного

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 62   |

режиму, регулярна дезінфекція обладнання та ретельне очищення залишків дріжджів, які можуть спричинити вторинне забруднення або біоплівкоутворення в технологічних лініях.

Таким чином, екологічні аспекти виробництва пива світлого нефільтрованого охоплюють широкий спектр впливів — від водоспоживання та енерговитрат до поводження з органічними залишками і впровадження принципів циркулярної економіки. Комплексне екологічне управління, модернізація обладнання, оптимізація ресурсів і залучення вторинних технологій утилізації дозволяють знизити навантаження на довкілля і забезпечити сталість пивоварного виробництва в умовах сучасних екологічних викликів.

Якщо потрібно — можу доповнити цей розділ формулами, посиланнями на нормативи або адаптувати його до конкретного підприємства..

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     | 63   |

## ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сучасний стан методів екстракції рослинної сировини.
2. Узагальнено інформацію про обладнання, що застосовується при різних методах екстракції.
3. Проаналізовано особливості технологічного процесу отримання густого екстракту кори дуба.
4. Проаналізоване технологічне обладнання та проведені технологічні розрахунки.
5. Обґрунтовано вибір фільтраційного екстрактора з метою технічного переоснащення виробництва густого екстракту кори дуба.
6. Розроблено технологічну та апаратурну схеми виробництва.
7. Встановлено критичні параметри виробництва.
8. Проаналізовано екологічні аспекти промислового виробництва густого екстракта кори дуба.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 64   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бліщ Р. О. Аналіз ризиків та критичних контрольних точок (НАССР) при виробництві пива нефільтрованого. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2024. № 39 (2024). С. 31-37.
2. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива : підручник. Київ : ІНКОС, 2004. С. 426.
3. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. Введ. 2015–5–28. Київ. : ДП УкрНДНЦ, 2015. 13 с.
4. ДСТУ 7344:2022. Дріжджі пивні. Технічні умови. Київ. : ДП УкрНДНЦ, 2022. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=97914](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=97914) (дата звернення: 02.04.2025).
5. ДСТУ ГОСТ 2.612:2014. Єдина система конструкторської документації. Електронний формуляр. Загальні вимоги. (ГОСТ 2.612-2011, IDT). Офіц. вид. Вперше ; чинний від 2014-11-01. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 47 с.
6. Лозова Т. М., Сирохман І. В. Управління якістю та безпечністю продукції харчової галузі : підручник. Львів : Растр-7, 2018. 398 с.
7. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів вищої освіти спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» ОП «Біотехнологія» / О. С. Калюжная та ін. Харків : НФаУ, 2024. 128 с.
8. Солод пивоварний пшеничний. Загальні технічні умови. ДСТУ 4658-2019. [Чинний від 12-08-2019]. Київ : Держспоживстандарт України, 2019 35 с. (Національний стандарт України).
9. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови [Чинний від 01.12.04]. Київ : Державний стандарт України, 2007. 7 с.
10. Пивна та хмелева галузі України: кон'юнктура та інтеграція / Т. Ю. Приймачук та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 4(781). С. 61-67.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 65   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

- 11.ДСТУ 7067:2009 Хміль. Технічні умови [Чинний від 01-07-2011]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 16 с. (Національний стандарт України).
- 12.ДСТУ 3769-98 Ячмінь. Технічні умови. З Поправкою (ІПС № 6-99). [Чинний від 01.12.98]. Київ : Держстандарт України, 1998. 17 с.
13. Aroh K. Beer production SSRN. *Electronic Journal*. 2019. DOI: 10.2139/ssrn.3458983
14. Bamforth C. Progress in Brewing Science and Beer Production.. Annual review of chemical and biomolecular engineering. *Annu Rev Chem Biomol Eng*. 2017. Vol. 8. P. 161-176. DOI: 10.1146/annurev-chembioeng-060816-101450.
15. Blanco C. A., Caballero I., Barrios R. Innovations in the brewing industry: light beer. *Int J Food Sci Nutr*. 2014. Vol. 65(6). P. 655-660.
16. Boulton C. A. Fermentation : The Craft Brewing Handbook. Boston : Elsevier 2020. P. 111-152. DOI: 10.1016/B978-0-08-102079-1.00004-7
17. Carvalho G. Leite A. C. Leal R. The role of emergent processing technologies in beer production. *Beverages*. 2023. Vol. 9(1). P. 7. DOI: 10.3390/beverages9010007
18. Beer safety New challenges and future trends within craft and large-scale production / C. Ciont et al. *Foods*. 2022. Vol. 11(17). P. 2693. DOI: 10.3390/foods1117269
19. Damjanović K., Varga I. World beer production and hops use Research. *Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. 53(3). P. 78-84.
20. Improvement strategies cost effective production and potential applications of fungal glucose oxidase (GOD) : Current Updates / M. K. Dubey et al. *Current updates Frontiers in Microbiology*. 2017. Vol. 8. P. 1032. DOI: 10.3389/fmicb.2017.01032
21. Dubey M. K. Beer production by fermentation process: a review. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*. 2023. DOI: 10.55251/jmbfs.9532

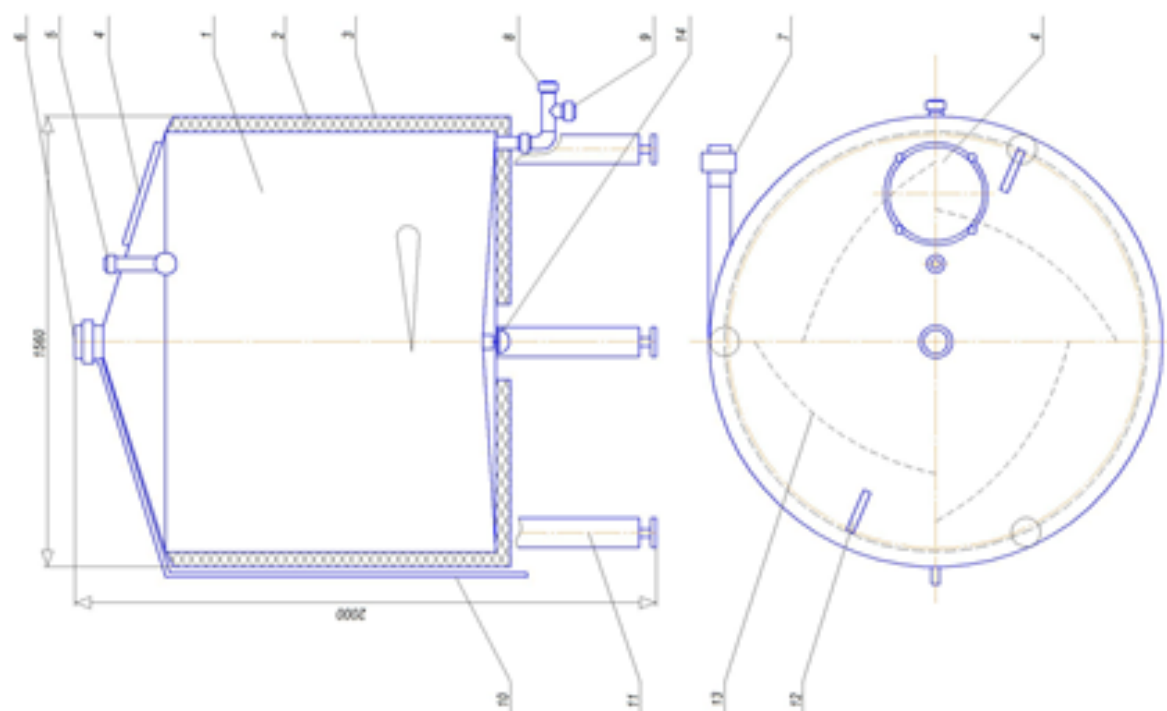
|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | 162.01.15.00 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                     | 66   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

22. Gomaa A. Application of enzymes in brewing. *Journal of Nutrition and Food Science Forecast*. 2018. Vol. 1(1). P. 1-5.
23. Beer molecules and its sensory and biological properties A review / B. V. Humia et al. *Molecules*. 2019. Vol. 24(8). P. 1568. DOI: 10.3390/molecules24081568
24. Role of yeasts in the brewing process / M. Iorizzo et al. *Tradition and innovation Processes*. 2021. Vol. 9(5). P. 839. DOI: 10.3390/pr9050839
25. Jackowski M. Trusek A. Non-alcoholic beer production an overview. *Polish Journal of Chemical Technology*. 2018. Vol. 20(4). P. 32–38. DOI: 10.2478/pjct-2018-0051
26. Klimczak K., Cioch-Skoneczny M. Changes in beer bitterness level during the beer production process. *European Food Research and Technology*. 2023. Vol. 249(1). P. 13–22. DOI: 10.1007/s00217-022-04154-0
27. Maicas S. The role of yeasts in fermentation processes. *Microorganisms*. 2020. Vol. 8(8). P. 1142. DOI: 10.3390/microorganisms8081142
28. Evaluation of the Influence of the Microorganisms Involved in the Production of Beers on their Sensory Characteristics / R. Romero-Rodríguez et al. *Food and Bioproducts Processing*. 2022. Vol. 135. P. 33-47. DOI: 10.1016/j.fbp.2022.06.004.
29. Walker G. M., Stewart G. G. *Saccharomyces cerevisiae* in the Production of Fermented Beverages. *Beverages* 2016. Vol. 2(4). P. 30-42. DOI: 10.3390/beverages2040034

## **ДОДАТКИ**



162.01.03.00.000.839



Dependent variables: *Customer loyalty*

| Plazmolekula | Polihidrolizovat | Isomernost |
|--------------|------------------|------------|
| 1            | Kislovlst        | As3D 304   |
| 2            | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 3            | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 4            | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 5            | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 6            | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 7            | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 8            | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 9            | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 10           | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 11           | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 12           | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 13           | Tricarbonylová   | As3D 304   |
| 14           | Tricarbonylová   | As3D 304   |

[illegible]