

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства**

**«До захисту в ЕК»**  
Директорка ННІХТ  
\_\_\_\_\_ Оксана КОЧУБЕЙ-  
ЛИТВИНЕНКО  
(підпис)

«    » червня 2025 р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри БПБВ  
\_\_\_\_\_ Анатолій КУЦ  
(підпис)

«    » червня 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект солодового заводу потужністю**

**50 тис. т солоду на рік з впровадженням новітніх технологічних  
прийомів**

**Виконав: здобувач 4 курсу групи ТБ-4-8  
СКАЗЬКО Софія ІГОРІВНА**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Керівник: доцент, к.т.н.  
Роман МУКОЇД**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Рецензент: проф., д.т.н.  
Юлія КАМБУЛОВА**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Софія СКАЗЬКО**

**Київ – 2025 р.**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
біотехнології продуктів  
бродіння та виноробства

\_\_\_\_\_Анатолій КУЦ  
30 березня 2025 року

## **З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА Сказько Софії Ігорівни**

1. Тема роботи Проект солодового заводу потужністю 50 тис. т солоду на рік з впровадженням новітніх технологічних прийомів

Керівник роботи Роман МУКОЇД, к.т.н., доцент  
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по Університету від 07 квітня 2025 року № 212-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Сировина для виробництва солоду: жито із вологістю 14,5%.

4. Передбачити виробництво житнього ферментованого та неферментованого солоду.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)\_  
Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трьома мовами). Зміст.  
Вступ. 1. Характеристика підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування асортименту проектованої продукції. 3. Техніко-економічне обґрунтування вибору технології виробництва житнього солоду. 4. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 5. Технологічні розрахунки. 6. Розрахунки площ виробничих та складських приміщень. 7. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 8. Контроль якості та безпечності готової продукції. 9. Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження. 10. Заходи щодо організації безпечних умов виробництва. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

План – 1 аркуш

Розрізи – 1 аркуш

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання – 08 жовтня 2024 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та режими його роботи	28.04.25-08.05.25	
1.1	Структура підприємства та режими його роботи		
1.2	Обґрунтування, вибір способів та режимів		
2.	Обґрунтування асортименту проекрованої продукції	09.05.25-14.05.25	
3.	Техніко-економічне обґрунтування вибору технології дозрілої бражки із крохмалевмісної сировини та опис апаратурно-технологічної схеми		
3.1	Принципово-технологічна схема		
3.2	Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва		
3.3	Опис апаратурно-технологічної схеми		
	<b>1-а атестація</b>	<b>15.05.25</b>	
4	Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів	16.05.25-18.05.25	
4.1	Характеристика проекрованої продукції		
4.2	Характеристика сировини		
4.3	Характеристика основних і допоміжних матеріалів	19.05.25-21.05.25	
5	Технологічні розрахунки		
6	Розрахунки площ виробничих і складських приміщень	22.05.25-24.05.25	
7	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
8.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми та плану	25.05.25-27.05.25	
9	Оформлення креслення і погодження з керівником		
10.	Контроль якості та безпечності готової продукції	28.05.25-30.05.25	
11.	Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження		
12.	Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві		
13	Оформлення пояснювальної записки	<b>31.05.25</b>	
	<b>2-а атестація</b>		
14	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.25-08.06.25	
15	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
16	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	09.06.25-11.06.25	
17	Захист роботи в ЕК		

**Здобувач**  
**Керівник роботи**

**Софія СКАЗЬКО**  
**Роман МУКОЇД**

## АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі розглянуто проект солодового заводу потужністю 50 тис. т солоду на рік з впровадженням новітніх технологічних прийомів із асортиментом 55 % житнього неферментованого та 45% житнього ферментованого солоду.

Метою даної роботи є впровадження прогресивної технології у виробництві житнього солоду.

За результатами аналізу обрано сучасний апарат для виробництва солоду, який поєднує всі основні процеси: замочування, пророщування, ферментацію та сушіння. Це рішення сприяє підвищенню якості готового продукту та зниженню енерговитрат. Крім того, даний апарат не травмує зерно, що збільшує його показники якості зокрема енергію проростання.

Для знищення патогенної мікрофлори під час замочування обрано використання перекису водню завдяки його окислювальним властивостям.

З метою прискорення проростання запропоновано додавати гіберлінову кислоту до останньої порції води для замочування.

На основі вивчення літературних джерел розроблено та описано принципову технологічну та апаратурно-технологічну схеми виробництва житнього солоду. Додатково розроблена схема технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва

Оптимальним методом замочування жита визначено повітряно-водний спосіб, оскільки чергування занурення у воду та аерації сприяє рівномірному зволоженню зерна й забезпечує одночасне проростання.

**Ключові слова:** жито, солод, пророщування, ферментація, сушіння.

					Анотація	3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRACT

The qualification work considered the project of a malting plant with a capacity of 50 thousand tons of malt per year with the introduction of the latest technological techniques with an assortment of 55% rye unfermented and 45% rye fermented malt.

The purpose of this work is to introduce progressive technology in the production of rye malt.

According to the results of the analysis, a modern apparatus for the production of malt was selected, which combines all the main processes: soaking, germination, fermentation and drying. This solution contributes to improving the quality of the finished product and reducing energy consumption. In addition, this device does not injure the grain, which increases its quality indicators, in particular, germination energy.

To destroy pathogenic microflora during soaking, the use of hydrogen peroxide was chosen due to its oxidizing properties.

In order to accelerate germination, it was proposed to add gibberellic acid to the last portion of water for soaking.

Based on the study of literary sources, a basic technological and instrumental-technological scheme for the production of rye malt was developed and described. Additionally, a scheme of technochemical and microbiological control of production was developed

The optimal method of soaking rye was determined to be the air-water method, since the alternation of immersion in water and aeration contributes to uniform moistening of the grain and ensures simultaneous germination.

**Keywords:** rye, malt, germination, fermentation, drying.

					Abstract	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## STRESZCZENIE

W pracy kwalifikacyjnej uwzględniono projekt słodowni o wydajności 50 tys. ton słodu rocznie z wprowadzeniem najnowszych technik technologicznych z asortymentem 55% słodu żytniego niefermentowanego i 45% słodu żytniego fermentowanego.

Celem tej pracy jest wprowadzenie progresywnej technologii w produkcji słodu żytniego.

Na podstawie wyników analizy wybrano nowoczesny aparat do produkcji słodu, który łączy wszystkie główne procesy: namaczanie, kiełkowanie, fermentację i suszenie. Rozwiązanie to przyczynia się do poprawy jakości gotowego produktu i zmniejszenia zużycia energii. Ponadto urządzenie to nie uszkadza ziarna, co podnosi jego wskaźniki jakościowe, w szczególności energię kiełkowania.

Do niszczenia patogennej mikroflory podczas namaczania wybrano zastosowanie nadtlenu wodoru ze względu na jego właściwości utleniające.

W celu przyspieszenia kiełkowania zaproponowano dodanie kwasu gibberelinowego do ostatniej porcji wody do namaczania.

Na podstawie badania źródeł literackich opracowano i opisano podstawowy schemat technologiczny i instrumentalno-technologiczny produkcji słodu żytniego. Dodatkowo opracowano schemat kontroli technochemicznej i mikrobiologicznej produkcji

Za optymalną metodę namaczania żyta uznano metodę powietrzno-wodną, ponieważ naprzemienne zanurzanie w wodzie i napowietrzanie przyczynia się do równomiernego nawilżenia ziarna i zapewnia równoczesne kiełkowanie.

**Słowa kluczowe:** żyto, sól, kiełkowanie, fermentacja, suszenie.

					Streszczenie	5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ</b> .....	8
1.1 Структура підприємства.....	8
1.2 Режими роботи.....	8
<b>2 ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ</b> .....	10
<b>3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЖИТНЬОГО СОЛОДУ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ</b> .....	11
3.1 Принципово-технологічна схема.....	11
3.2 Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва житнього солоду.....	12
3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	28
<b>4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ</b> .....	29
4.1 Характеристика проекрованої продукції.....	29
4.2 Характеристика сировини.....	30
4.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	32
<b>5 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ</b> .....	34
5.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	34
5.2 Продуктові розрахунки.....	34
5.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	39
<b>6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ</b> .....	40
<b>7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ</b> ....	41
<b>8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ</b> ...46	46
8.1 Основи системи управління якості та безпечності харчової продукції...46	46
8.2 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення.....48	48
<b>9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ</b> .....	52
<b>10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ</b> .....	54
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> .....	56
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	57
<b>ДОДАТКИ</b> .....	60

					Проект солодового заводу потужністю 50 тис. т солоду на рік з впровадженням новітніх технологічних прийомів							
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА</b>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>		
<i>Розроб.</i>		Сказько С.І.										
<i>Перевір.</i>		Мукоїд Р.М.								6	70	
<i>Реценз.</i>		Камбулова Ю.В.						НУХТ, ННІХТ, ТБ-4-8				
<i>Затверд.</i>		Куц А.М.										



# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

## 1.1 Структура підприємства

Організаційна структура підприємства є ієрархічною і має чотири рівні управління:

- 1) Директор підприємства займає найвищий, перший рівень.
- 2) На другому рівні знаходяться головний інженер, головний бухгалтер, головний технолог та головний економіст.
- 3) Третій рівень представлений начальниками відділів та служб.
- 4) Керівники виробничих та складських дільниць формують четвертий, найнижчий рівень управління.

В межах цієї ієрархічної структури, накази та розпорядження завжди йдуть від першого (найвищого) рівня до послідовно нижчих (другого, третього, четвертого). Ці управлінські зв'язки відображені на структурній схемі. Водночас, звіти та погодження надходять до керівництва, проходячи всі рівні управління від нижчого до вищого. Зображення організаційної структури підприємства подано на рис. 1.1.

## 1.2 Режим роботи

Згідно умов виробництва, на заводі встановлено графік роботи на 330 днів.

Підприємство працює в 1 зміну. Зміна триває із 8:00 по 17:00. З 12:00 по 13:00 обідня перерва.

Надурочна робота можлива лише за погодженням з профспілковим комітетом і обмежується 4 годинами за дві доби поспіль та 120 годинами на рік на працівника. Кожен працівник має право на щорічну відпустку тривалістю не менше 24 календарних днів, із збереженням місця роботи та середньої зарплати.

					Характеристика підприємства та режими його роботи	8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

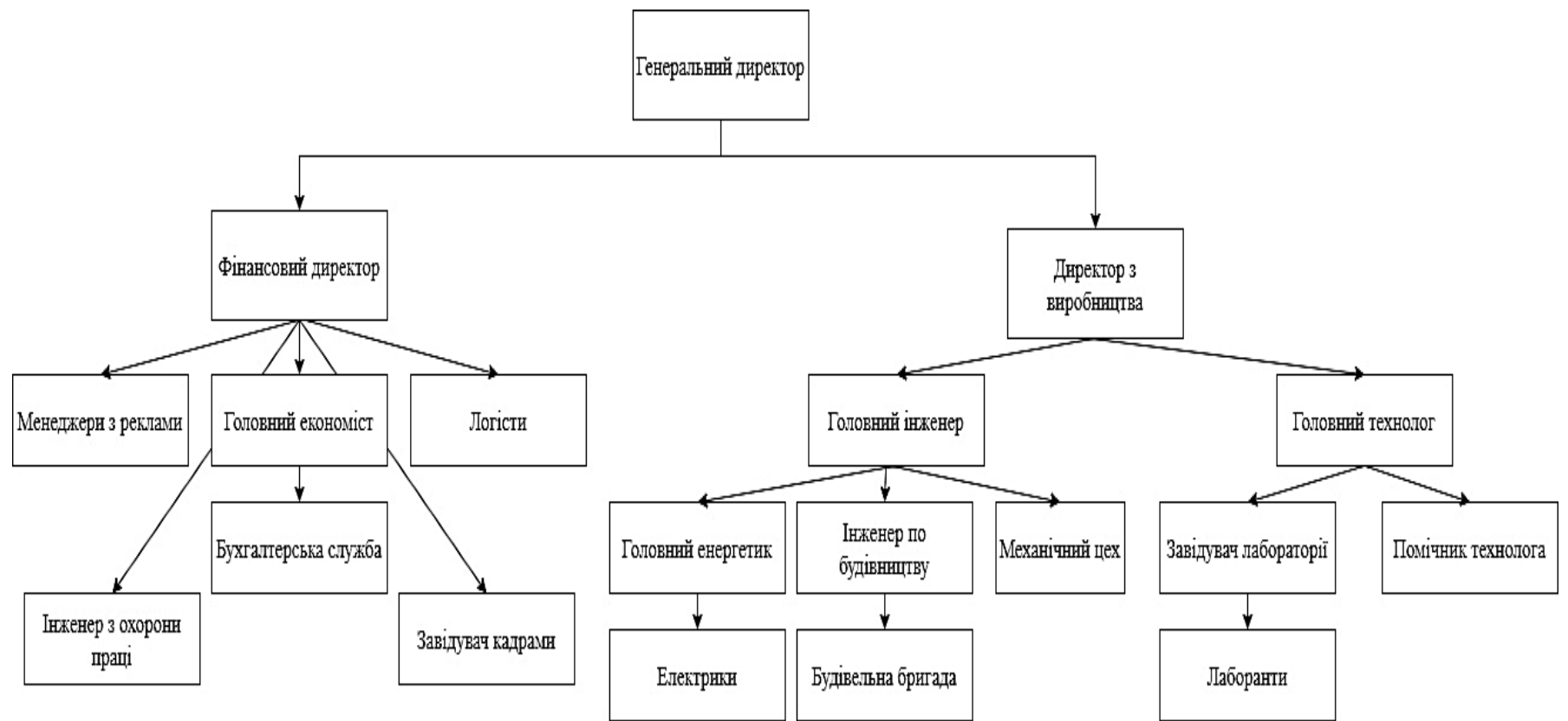


Рисунок 1.1 – Структура підприємства

## 2 ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Житній солод широко використовується в харчовій промисловості, особливо для виробництва хлібобулочних виробів, пива та квасу. Сучасні споживачі віддають перевагу натуральним продуктам без додавання хімікатів.

Солод – це зерно, яке пророщується в контрольованих умовах за певної температури та вологості. Процес штучного пророщування зернових культур називається солодуванням і його метою є максимальне накопичення активних ферментів, насамперед гідролітичних (цитолітичних, протеолітичних, амілолітичних).

Ферментований солод – це продукт, отриманий шляхом пророщування жита та подальшої ферментації.

Житній солод багатий на ферменти, що покращують засвоєння поживних речовин, а також містить вітаміни групи В, амінокислоти та мінерали.

Вирощування жита та переробка його на солод – це прибутковий напрямок для агропромислового комплексу, адже жито – невибаглива рослина, яка забезпечує стабільні врожаї навіть за несприятливих умов.

Саме тому для мого курсового проекту було обрано тему: «Проект солодового заводу потужністю 50 тис. т солоду на рік з впровадженням новітніх технологічних прийомів» з виготовлення і неферментованого, і ферментованого житнього солоду.

Асортимент та обсяг проекрованої продукції наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

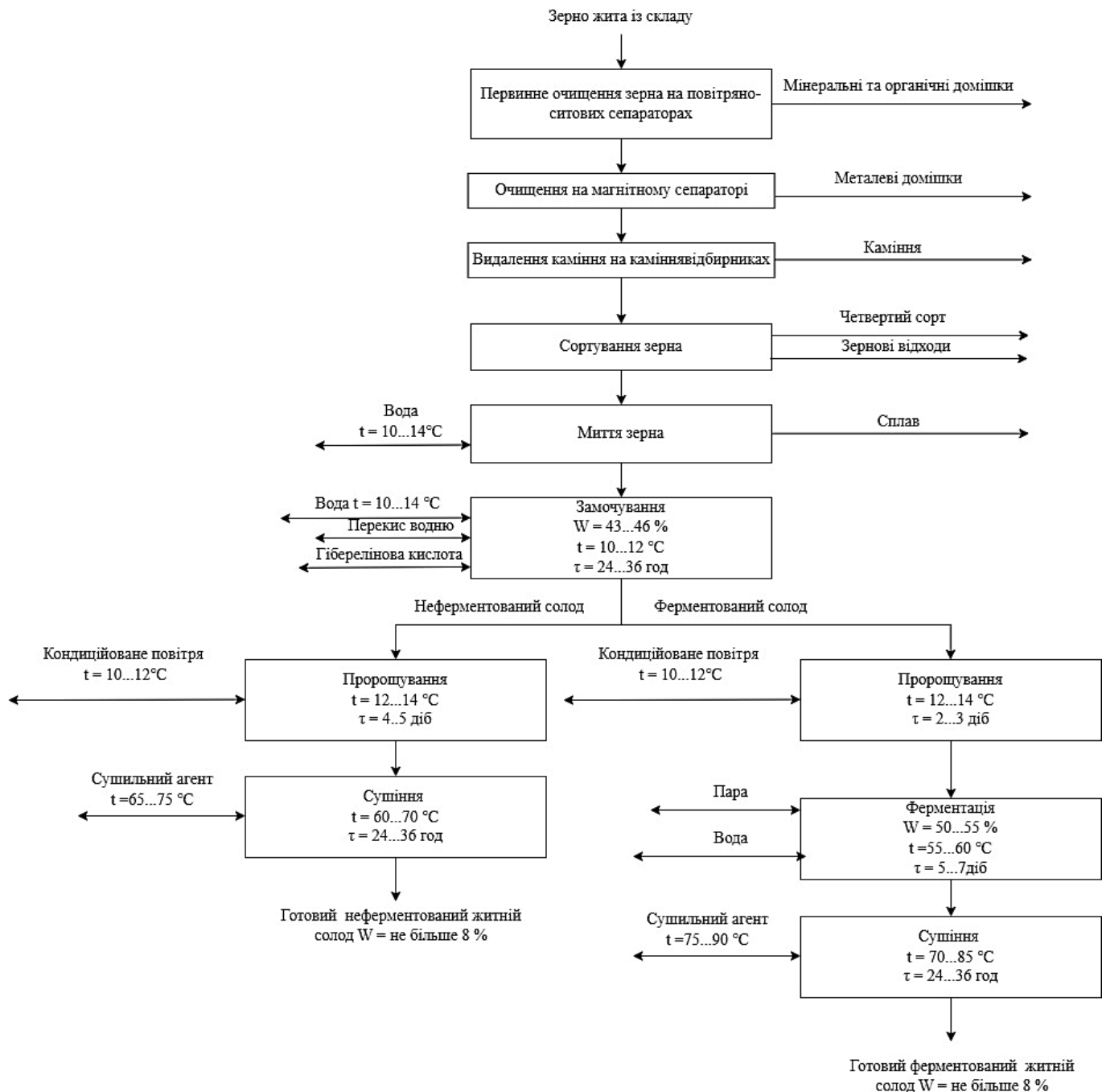
### Асортимент та обсяг проекрованої продукції

Продукція	Відсоток у загальному обсязі, %	Виробництво за рік, т
Житній неферментований солод	55	27 500
Житній ферментований солод	45	22 500

# 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЖИТНЬОГО СОЛОДУ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

## 3.1 Принципово-технологічна схема

Принципова технологічна схема виробництва житнього ферментованого та неферментованого солоду зображена на рис. 3.1.



**Рисунок 3.1 – Принципова технологічна схема виробництва житнього ферментованого та неферментованого солоду**

## 3.2 Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва житнього солоду

### 3.2.1 Очищення і сортування зерна

Зерно, яке надходить на переробне підприємство, часто містить небажані домішки, що негативно впливають на його якість під час зберігання. Процес очищення зерна спрямований на видалення цих домішок, які поділяються на дві основні групи: сміттєві та зернові.

Сміттєві домішки включають:

- а) мінеральні: такі як земля, пісок і пил;
- б) органічні: наприклад, остюки, полова та насіння бур'янів;
- в) шкідливі: до яких відносяться кукіль, сажка, ріжки та триходесма.

Зернові домішки складаються з:

- а) пошкоджених зерен основної культури (пророслих, плюсклих, битих, щуплих, половинок);
- б) зерен інших культур. Наприклад, у партії жита зернами інших злаків вважатимуться ячмінь, пшениця, просо та овес.

З технологічної точки зору однорідність розміру зерна є критично важливою. Лише зерна однакового розміру здатні рівномірно поглинати вологу під час замочування та проростати одночасно. Саме тому в процесах очищення та сортування використовуються фізичні відмінності між зерном та домішками, зокрема різниця в їхніх розмірах та масі.

Первинне очищення зерна здійснюється за допомогою повітряно-ситових сепараторів, таких як ЗСМ-5, 10, 20. У цих машинах через систему сит відокремлюються домішки, які є більшими або меншими за основне зерно (наприклад, пісок, солома, камінці). Крім того, струмінь стисненого повітря видаляє пил та легкі домішки.

Для більш глибокого очищення зерна застосовують комплексну систему машин, встановлених послідовно. Ця система включає: повітряно-ситовий сепаратор (для видалення великих, дрібних та легких домішок), магнітний сепаратор (для уловлювання металевих частинок), трієр (який відокремлює короткі та округлі домішки, такі як половинки зерен, кукіль, насіння бур'янів, а також довгі зерна вівса та вівсюга), і сортувальні сита (що дозволяють розділити зерно на фракції відповідно до їхнього розміру).

Для солодового виробництва підходить очищене зерно першого та другого сортів, де товщина зернівки становить відповідно 2,8 мм та 2,5 мм. Дрібніше зерно, товщина якого менше ніж 2,2 мм (третій сорт), знаходить застосування як несолоджена сировина або використовується для годівлі тварин [6].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12

Отже, для очищення та сортування зерна було обрано використовувати повітряно-ситовий сепаратор, магнітний сепаратор та камневідбивач, що гарантує максимальне очищення зерна жита від органічних та мінеральних домішок.

### 3.2.2 Замочування зерна

Після етапів дозрівання, очищення та сортування зерно готують до наступних стадій обробки, а саме миття та замочування. Миття є необхідним етапом, оскільки на поверхні зерна можуть залишатися органічні та неорганічні забруднення, що сприяють розмноженню небажаних мікроорганізмів.

Основна мета замочування полягає у видаленні рештків легких зернових та незернових домішок, знезараженні зерна та доведенні його вологості до оптимального рівня в 47...49% для подальшого рівномірного пророщування, яке триває орієнтовно 20...24 години.

Коли вологість зерна перевищує 15%, у ньому з'являється вільна волога, яка розчиняє поживні речовини та транспортує їх до зародка. Це створює сприятливе середовище для проникнення ферментів в ендосперм, де вони розщеплюють запасні речовини зерна на розчинні форми, придатні для засвоєння зародком.

Зі збільшенням вмісту вільної вологи в зерні активізуються біохімічні процеси, пов'язані з життєдіяльністю зародка, зростає інтенсивність дихання та активність ферментів. Протягом однієї години замочування 1 кг зерна поглинає 63 мг кисню та виділяє 86 мг вуглекислого газу. Оскільки вуглекислий газ може пригнічувати нормальні фізіологічні процеси та призводити до пошкодження тканин, необхідно забезпечувати штучну аерацію зерна під час замочування.

Під час замочування зерна відбуваються незначні хімічні зміни. У воду частково переходять цукри, пентозани, мінеральні та азотні сполуки. Загальні втрати речовин при замочуванні становлять близько 1,0% на вимивання та 0,1...0,2% на сплав.

Перед початком замочування зерно обов'язково промивають для видалення пилу та проводять дезінфекцію у спеціальних апаратах періодичної або безперервної дії. Процеси миття та дезінфекції є ідентичними для всіх методів замочування. У мийні або замочувальні апарати спочатку наливають воду, заповнюючи приблизно третину об'єму, після чого завантажують попередньо очищене, відсортоване та зважене на автоматичних вагах зерно. Потім додають ще води, щоб її рівень був на 10...15 см вище за поверхню зерна в апараті.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Для знезараження зерна застосовують різні речовини, кожна з яких має свої переваги та недоліки:

а) гашене вапно ( $1,3 \text{ г CaO}$  на  $1 \text{ м}^3$  води) є найдоступнішим антисептиком. Проте його взаємодія з карбонатами у воді призводить до утворення бікарбонатів, які осідають на оболонках зерна, спричиняючи підвищене пилоутворення при транспортуванні сухого солоду. Крім того, воно може змінювати рН води в лужний бік під час затирання солоду;

б) хлорне вапно – ефективний дезінфектант, але може негативно впливати на смак солоду та пива. Його ретельне вимивання потребує значних витрат води;

в) перекис водню одночасно знезаражує зерно та стимулює його ріст, але є відносно дорогим;

г) перманганат калію ( $\text{KMnO}_4$ ) раніше використовувався як активатор росту та дезінфектант у концентрації  $10\text{...}15 \text{ мг}$  на  $1 \text{ м}^3$  води. Однак на сьогоднішній день він належить до прекурсорів, що обмежує його застосування;

д) гіберелінова кислота додається в останню воду для замочування у кількості  $0,15 \text{ мг/кг}$ . Вона скорочує термін пророщування зерна приблизно на дві доби, але має високу вартість [6].

Промите та знезаражене зерно транспортують до замочувальних апаратів. Залежно від температури води, що використовується в процесі, розрізняють кілька видів замочування: холодне, нормальне, тепле та гаряче.

Холодне замочування передбачає використання води з температурою нижче  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для звичайного замочування оптимальною є температура  $12\text{...}15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Тепле замочування проводиться при температурі  $20\text{...}40 \text{ }^\circ\text{C}$ , а гаряче – при  $50\text{...}55 \text{ }^\circ\text{C}$ . Найчастіше застосовується звичайний спосіб замочування.

Теплу воду можуть використовувати для пришвидшення процесу в холодну пору року, а також для обробки зерна з твердою оболонкою, такого як просо та овес. Застосування теплого замочування потребує інтенсивнішої аерації та ефективних дезінфікуючих засобів.

Швидкість насичення зерна вологою залежить від кількох факторів, включаючи температуру води, розмір зернин та її мінеральний склад. Наприклад, при температурі  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  час замочування скорочується до  $2/3$  порівняно з використанням води температурою  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , а при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  цей процес відбувається вдвічі швидше, ніж при  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  [6].

Під час замочування об'єм зерна збільшується приблизно на  $45\%$ . М'якша вода сприяє швидшому насиченню ячменю вологою, тому для замочування рекомендується використовувати воду з жорсткістю не вище  $7 \text{ ммоль/дм}^3$ .

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

В Україні переважно застосовують такі способи замочування зерна: повітряно-водяний, у безперервному потоці води та повітря, а також повітряно-зрошувальний.

*Повітряно-водяний спосіб* полягає у періодичному чергуванні фаз замочування у воді (4...6 годин) та без води (5...6 годин). Незалежно від того, перебуває зерно у воді чи на повітрі, кожну годину протягом 5 хвилин здійснюється продування зернової маси повітрям для видалення вуглекислого газу та забезпечення надходження кисню. При температурі води 10...12 °С тривалість замочування до досягнення вологості 43...45% становить 68...72 години.

При замочуванні у *безперервному потоці води та повітря* надлишкова вода постійно відводиться, а бульбашки повітря рівномірно розподіляються по всій поверхні води. Цей метод характеризується низькою витратою води (7...8 м<sup>3</sup> на 1 тону зерна) та дозволяє скоротити тривалість замочування на одну добу.

Найбільш популярним методом є *повітряно-зрошувальний спосіб* замочування зерна. Він реалізується в спеціальних замочувальних апаратах або пневматичних солодовнях, обладнаних механізмами для перемішування зерна. Зрошення здійснюється за допомогою форсунок, що розпилюють воду. Цей спосіб значно скорочує витрати води порівняно з іншими методами. Процес передбачає чергування фаз: зрошення зерна, його перебування без води у стані спокою та аерація кондиційованим повітрям.

Загальні витрати води на миття, замочування та гідротранспортування зерна становлять близько 10 м<sup>3</sup> на 1 тону зерна. Значна частина цієї води потрапляє у стічні води, які потребують відстоювання, біологічного очищення та подальшого повторного використання. Витрати стисненого повітря на етапах миття та замочування зерна складають 150...200 м<sup>3</sup> на 1 тону зерна при тиску 0,15 МПа.

Під час замочування зерно втрачає близько 1% своїх сухих речовин. Додаткові втрати сухих речовин відбуваються при митті разом з легкими домішками, що видаляються з поверхні води (сплавом). Кількість цих втрат залежить від якості попереднього очищення зерна і може варіюватися від 0,1% до 2,2% [6].

Отже, було обрано проводити замочування жита повітряно-водяним: чергування періодів замочування у воді та аерації повітрям дозволяє більш рівномірно зволожити зерно, що сприяє одночасному проростанню. Також передбачається використання гіберлінової кислоти в останню воду для замочування, що дає можливість скоротити тривалість пророщування на 2 дні. В якості дезінфектанту в роботі передбачається використання перекисю

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	15

водню, тому що він знищує мікроорганізми, які можуть перешкоджати процесу проростання зерна та найбільш поширеним у використанні.

### **3.3.3 Пророщування зерна**

У процесі штучного солодування проростає зерно проходить ті ж самі фізіологічні та біохімічні трансформації, що й зерно, яке розвивається в природних умовах ґрунту. Ключову роль у цьому процесі відіграє вода, вміст якої необхідно підтримувати на рівні 45...47% протягом усього біотехнологічного циклу. Вода бере безпосередню участь у реакціях гідролізу, слугує дисперсійним середовищем та забезпечує транспортування речовин у процесах дифузії.

Оптимальна температура для накопичення гідролітичних ферментів становить 16...17 °С. Її зниження призводить до подовження терміну пророщування, що збільшує собівартість солоду. Підвищення ж температури надмірно стимулює ріст проростків, спричиняючи втрату сухих речовин, що також негативно впливає на собівартість кінцевого продукту.

У процесі проростання зерна відбуваються два основні біохімічні процеси: гідроліз (розщеплення складних речовин) і синтез (утворення нових). Особливо значні зміни відбуваються з білковими речовинами, що надалі суттєво впливає на активність ферментів, живлення дріжджів під час бродіння пива та якість готового напою. Загалом, у солоді продуктів гідролізу білків у 3,5 рази більше, ніж у вихідному ячмені. Близько 55% білків стають розчинними, проте 25...30% продуктів їх розщеплення використовуються для синтезу нових, вже нерозчинних білків. Крім того, під час пророщування розщеплюється 15...18% крохмалю, а також зазнають глибоких змін гумі-речовини, жири та поліфеноли.

Пророщування зерна триває до моменту максимального утворення активних ферментів і розчинення ендосперму, що необхідно для досягнення бажаних характеристик кінцевого продукту – свіжопророслого солоду. Якість цього солоду частково залежить від розміру та типу проростків (корінців), оскільки їхній розвиток тісно пов'язаний з хімічними та біохімічними змінами, що відбуваються в зерні під час пророщування. Рівномірний розвиток зародкових листків, довжина яких не перевищує 2/3 довжини зернівки, є ознакою того, що процес пророщування відбувався в оптимальних умовах.

Якість свіжопророслого солоду залежить, зокрема, від розміру та зовнішнього вигляду проростків (корінців), оскільки їхній ріст безпосередньо відображає хімічні та біохімічні процеси, що відбуваються в зерні під час пророщування. Рівномірний розвиток зародкових листків, довжина яких не перевищує двох третин довжини зернівки, є ознакою оптимально проведеного процесу солодування.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Надмірно інтенсивний ріст є небажаним, оскільки призводить до збільшення втрат поживних речовин на дихання та утворення нових клітинних структур. При холодному солодощенні проростки зазвичай округлі, пружні та мають кучеряву форму. Натомість при теплому або прискореному процесі вони стають ниткоподібними, тонкими, швидко в'януть і висихають, а за недостатньої аерації можуть набувати коричневого відтінку.

Існує кілька способів уповільнити ріст проростків: зменшення вологості та температури зерна, заповнення міжзернового простору вуглекислим газом та повторне тривале замочування.

Свіжопророслий солод виробляють на токових і пневматичних солодовнях у різних типах апаратів, включаючи ящикові з шнековим ворошителем, циліндро-ротаційні горизонтальні з сітчастим дном (наприклад, від німецької фірми «Seeger»), установки типу «пересувна грядка», барабанні з плоским ситом, барабанні з сітчастими трубами, а також у великогабаритних апаратах для комбінованого виробництва солоду, де поєднано процеси замочування, пророщування та сушіння, або ж тільки замочування та пророщування [6].

**Токова солодовня** є найпростішим видом солодовні. Хоча кількість таких підприємств в Україні постійно зменшується і їх залишилося лише декілька, вони мають важливу перевагу: солодовий майстер може безпосередньо спостерігати за процесом росту зерна та точно регулювати умови відповідно до потреб. Деякі експерти навіть стверджують, що високоякісний пивоварний солод можна отримати лише на токовій солодовні, незважаючи на певні її недоліки.

Серед недоліків токової солодовні слід зазначити високу собівартість виробництва солоду, низьку продуктивність на одиницю площі, неефективне використання виробничих приміщень та недостатню механізацію трудомістких операцій.

Характерною рисою **пневматичних солодовень** є пророщування ячменю у товстому шарі, який розміщується на спеціальному ситі та обдувається кондиційованим повітрям. Перемішування зерна, що проростає, здійснюється механічним пристроєм. Процес пророщування у високому шарі супроводжується значним виділенням тепла, для відведення якого потрібен великий об'єм продувального повітря. Однак це ускладнюється тим, що повітря, проходячи через шар зерна, нагрівається і може призвести до зниження його вологості.

Окрім охолодження проростаючого ячменю, потік повітря в пневматичних солодовнях виконує важливі функції видалення вуглекислого газу та забезпечення достатнього надходження кисню. Тому кожна така

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

солодовня включає дві основні складові: агрегат для безпосереднього пророщування ячменю та установку для підготовки кондиційованого повітря, яка забезпечує необхідні показники температури та вологості [9].

**Барабанні солодовні** (рис.3.2) мають дві модифікації, що розрізняються конструктивно: барабанна солодовня з плоским дном і барабанна солодовня з сітчатими трубами. Барабанна солодовня з плоским дном складається з групи солодоростильних апаратів і пристроїв для кондиціонування і нагнітання повітря. На відміну від інших типів тут перемішування відбувається за рахунок руху барабана, а не за рахунок зворушувача

Після заповнення через верхні люки 6 зерном барабан 7 приводиться в обертання. Пророщування зерна відбувається в нерухомому барабані при нижньому горизонтальному положенні сита 10. Повітря подається по лівому повітропроводу 1, потім проходить між днищами 2 і 3 і потрапляє в підситовий простір, звідки через сито 10 пронизує шар зерна, що пророщують в барабані 7.

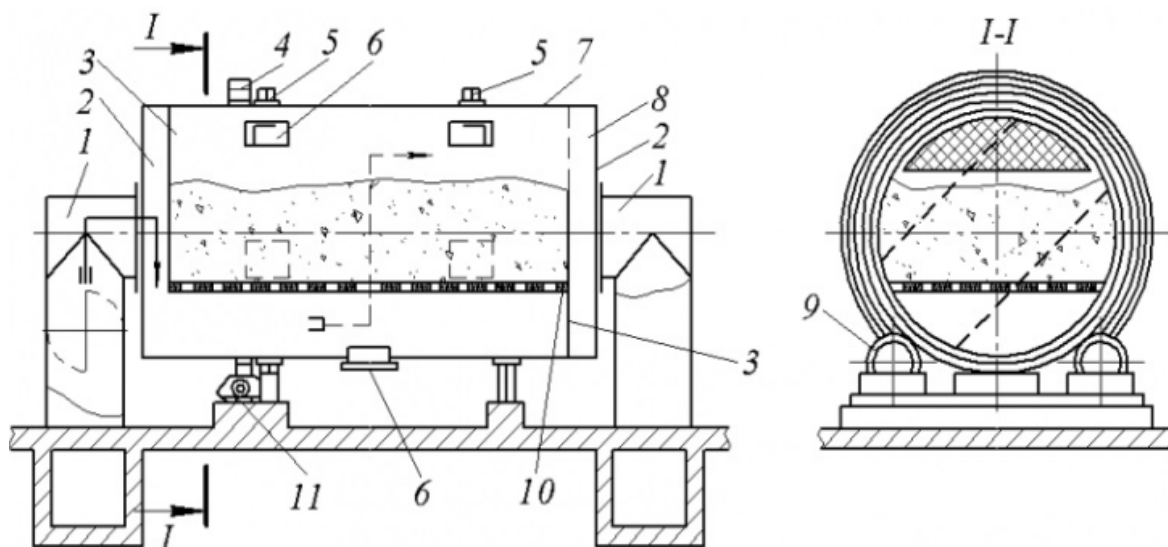


Рисунок 3.2– **Барабанна солодовня з плоским ситом**

1 – повітропровід; 2, 3– днища; 4 – черв'ячна шестерня; 5 – бандаж; 6 – верхній люк; 7 – барабан; 8 – сітка внутрішнього днища; 9 – ролики; 10 – сито; 11 – черв'як

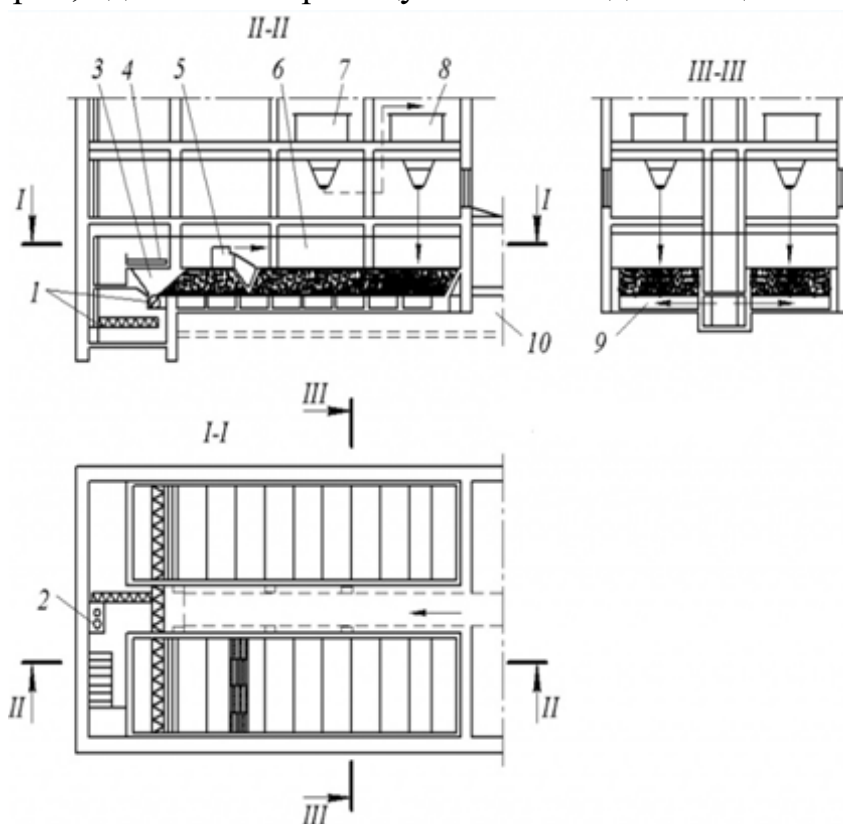
На початковому етапі завантаження замоченого зерна барабан 7 довше залишається нерухомим, що сприяє прискоренню процесу пророщування. Продування шару зерна кондиційованим повітрям розпочинається після того, як температура в зерні досягне 16...17 °С. Повітря подається до охолодження солоду до 12...14 °С. Відпрацьоване повітря, яке нагрілося та наситилося вуглекислим газом, проходить через сітку 8 внутрішнього днища 3 у праву камеру між днищами 2 і 3 та виводиться з барабана через правий повітропровід 1 в атмосферу або направляється на повторне використання. Для

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					18

перемішування солоду барабан 7 обертається (один оберт за 45 хвилин) 1...2 рази на добу. У цей час подача кондиційованого повітря припиняється.

Свіжопророслий солод вивантажується через спеціальні люки 6 за допомогою шнеків, розміщених всередині барабана над ситом. Під час вивантаження сито займає верхнє горизонтальне положення [1].

Солодовня з пересувною грядкою (рис.3.3) являє собою довгий ящик 6, під яким розміщено підситове відділення 9, розділене поперечними перегородками на кілька секцій, кількість яких відповідає або є кратною кількості діб пророщування. На поздовжніх стінках ящика 6 встановлені рейки, по яких за допомогою візка 4 періодично переміщується ковшовий солодоперекидач 5. Під час робочого ходу перекидач 5 перемішує пророщуване зерно, одночасно переміщуючи його вздовж ящика.



**Рисунок 3.3 – Солодовні з пересувною грядкою:**

*1, 2 – транспортери; 3 – бункер; 4 – візок; 5 – ківшевий солодоперекидач; 6 – ящик; 7, 8 – замочні апарати; 9 – підситовий простір; 10 – центральний канал*

Робочий хід перекидача спрямований від місця вивантаження готового солоду до місця завантаження замоченого ячменю. Замочене зерно з замочувальних апаратів 7 і 8 завжди завантажується в одну й ту саму початкову секцію солодовничого ящика 6. Перекидач приводиться в дію кожні 12 або 24 години, щоразу переміщуючи зерно на одну секцію вперед, а на

звільнену площу сита знову завантажується свіжа порція замоченого зерна. Досягнувши кінця ящика, готовий солод під час чергового робочого ходу перекидача вивантажується в бункер 3, звідки транспортерами 1 і 2 (шнеком, стрічковою передачею, елеватором тощо) подається на сушіння.

Провітрювання пророщеного зерна здійснюється кондиційованим повітрям, яке вентилятором нагнітається в центральний канал 10, що проходить вздовж усього солодовничого ящика 6. Подача повітря з цього каналу в кожену секцію підситового відділення 9 регулюється за допомогою шиберів. Це дозволяє контролювати інтенсивність росту зерна, ефективно видаляти вуглекислий газ, що виділяється, та підтримувати оптимальну температуру в кожній секції.

При паралельному розташуванні кількох солодовничих ящиків 6 з пересувними грядками системи кондиціонування розміщуються таким чином, щоб забезпечити індивідуальну підготовку повітря для кожної стадії солодування в кожному ящику:

а) перший кондиціонер подає незволене повітря, яке використовується для підсушування вологого, щойно завантаженого в ящик замоченого зерна, а також для підв'ялювання свіжопророслого солоду перед його вивантаженням на сушіння;

б) другий кондиціонер готує охоложене та зволене повітря, необхідне для провітрювання грядки на третій-четвертий день солодування, і так далі для наступних стадій процесу [15].

У *солодовні «все в одному ящику»* відбувається три процесу:

а) замочування зерна;

б) пророщування солоду;

в) сушка солоду.

Солодовня також включає розвантажувальну стінку, яка складається з рами на чотирьох колесах, що дозволяє їй переміщатися вздовж ящика подібно до перекидача. Ця рама обладнана двома боковими стінками, між якими рухомо встановлено щит. Для вивантаження солоду розвантажувальна стінка з'єднується з перекидачем за допомогою спеціального механізму, щит піднімається, і обидва пристрої починають рухатися вздовж ящика. Під час цього руху стінка піднімає солод і спрямовує його на горизонтальний шнек, який просуває продукт до середини та скидає на похилий шнек для подальшого транспортування. Горизонтальний шнек має гвинтові лінії правого та лівого напрямку, а в його середній частині на валу розміщені спеціальні лопатки. Передня частина горизонтального шнека відсутня, а в задній стінці, навпроти лопаток, є отвір, через який солод потрапляє на похилий шнек [6].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	20

У баштових солодовнях процес солодження відбувається вертикально. Сама башта може вміщувати не лише етап пророщування, а й інші стадії, такі як миття, замочування та сушіння зерна.

Першими вертикальними методами солодження були розробки Клінга та Нейберта, які передбачали виключно процес пророщування у вертикальній площині.

У таких баштових конструкціях будівля поділяється на кілька рівнів (за Клінгом – 8, за Нейбертом – 7). На кожному рівні встановлена перекидна решітка. Ячмінь у процесі обробки послідовно переміщується з однієї решітки на іншу шляхом перекидання. Кожен поверх відповідає одному дню пророщування.

Особливістю цих споруд є інтегровані канали в бічних стінах, що забезпечують аерацію, охолодження та зволоження. Направлений зверху вниз потік повітря створює оптимальні умови: чисте повітря у верхній зоні підтримує розвиток паростків, а насичене CO<sub>2</sub> повітря внизу покращує розчинення. Такі будівлі мають багатоярусну циліндричну виробничу башту для основних процесів та приєднану робочу башту з обладнанням для кондиціонування повітря.

Робоча башта солодовні є не лише місцем розташування систем кондиціонування повітря, але й важливим комунікаційним вузлом. У ній знаходяться сходові клітки, ліфт, а також шахти для прокладання електрокабелів, водопровідних та каналізаційних труб, трубопроводів холодоагенту та стисненого повітря для приводів, а також опалювальної системи. Для вертикального транспортування ячменю на верхні яруси використовується норія. Однак, у випадку відносно низької будівлі, перевага надається гідротранспортній системі для переміщення водно-ячмінної суміші. Крім того, саме в цій частині солодовні зосереджені системи автоматичного управління технологічними процесами та силові установки [6].

### **3.2.4 Ферментація**

Після пророщування солод направляють на процес ферментації. Для цього його звожують теплою водою до досягнення вологості близько 55% і формують у кагати пірамідальної форми заввишки 0,7...0,9 метра. Звожене зерно інтенсивно дихає, що призводить до підвищення температури всередині кагатів.

Також ферментацію проводять на токах шляхом розкладання жита шарами.

Протягом трьох діб солод залишають у кагатах для томління, або самозігрівання, під час якого температура в зерні може сягати 55...60 °С. По

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	21

закінченню цього етапу грудки розбивають, а солод у кагаті перемішують. Загальна тривалість ферментації солоду становить 5...6 діб [9].

### 3.2.5 Сушіння солоду

Процес сушіння солоду має на меті знизити рівень вологості до 3...8%, одночасно сприяючи утворенню сполук, що визначають його характерний смак, колір та аромат. Як сушильне середовище використовується чисте повітря, нагріте в калорифері. Залежно від сорту солоду, тривалість сушіння варіюється від 24 до 48 годин, а температура повітря на завершальній стадії сягає 70...85 °С.

Процес сушіння солоду включає три основні етапи:

а) фізіологічна фаза: На початковому етапі, при досягненні температури близько 45 °С, вологість солоду знижується до 30%. У цей період в зерні ще тривають морфологічні зміни (продовжується ріст паростка та корінців) і активно відбуваються ферментативні реакції;

б) ферментативна фаза: Температура сушильного агента поступово зростає від 45 до 70 °С, що призводить до зменшення вологості солоду до 10%. Фізіологічні процеси в зерні зупиняються, а активність гідролітичних ферментів сповільнюється;

в) хімічна фаза: На завершальному етапі температура сушильного повітря підтримується в межах 70...80 °С, а вологість солоду досягає кінцевих значень у 3...5%. Ця фаза характеризується частковою втратою активності ферментів, згортанням білків та утворенням меланоїдинів внаслідок реакцій між простими цукрами та амінокислотами. Саме ці меланоїдини відповідають за формування специфічного кольору, смаку та аромату готового солоду.

Для одержання житнього неферментованого солоду з високою активністю ферментів сприяє режим сушіння, що наведений в табл. 3.1

Таблиця 3.1

#### Режим сушіння житнього неферментованого солоду

Вологість солоду, %	Температура сушильного агента, °С	Швидкість сушильного агента, м/с
Від 42...45 до 20...25	60	0,25...0,30
Від 20...25 до 6...7	70	0,25...0,30

Для одержання житнього ферментованого солоду з достатнім вмістом красильних та ароматичних речовин його потрібно сушити за режимом, що наведений у табл. 3.2

**Режим сушіння житнього ферментованого солоду**

Вологість солоду, %	Температура сушильного агента, °С	Швидкість сушильного агента, м/с
Від 48...55 до 20...25	70	0,25...0,30
Від 20...25 до 10...15	80	0,25...0,30
Від 10...15 до 5...7	80	0,12...0,15

Для досягнення бажаного кольору та аромату ферментованого солоду в процесі сушіння необхідно забезпечити достатню кількість низькомолекулярних продуктів розщеплення крохмалю та білків, що накопичуються під час ферментації. Проте, для житнього солоду, який може мати нижчий вміст ферментів та/або білка, отримання цих сполук у потрібній кількості є складним завданням. Підвищення температури може стимулювати реакції утворення кольорових та ароматичних речовин. Однак, при сушінні ферментованого житнього солоду слід пам'ятати, що високі температури призводять до більш значної інактивації ферментів. Крім того, деякі речовини під впливом високої температури стають нерозчинними, що може призвести до зниження виходу екстракту порівняно з очікуваним. Ферментований житній солод схильний до більших втрат екстрактивних речовин під час підсушування та тривалого інтенсивного сушіння, ніж неферментований солод.

Етап висушування, що слідує за ферментацією, має забезпечити зниження вологості солоду в середньому з 35% до 5...8% протягом шести годин. Для досягнення такого рівня дегідратації необхідно використовувати вентилятор на максимальній потужності та подавати виключно свіже повітря. Враховуючи початкову температуру солоду в межах 40...55 °С, процес сушіння слід розпочинати з температури не нижче 60 °С.

Для повторного вирівнювання вологості солод після двох годин сушіння ще раз обробляють протягом однієї години виключно рециркуляційним повітрям при температурі 70 °С, що інтенсивно стимулює дію амілаз (так звана «пауза оцукрювання»). Подальший процес сушіння відбувається зі зростанням температури від 80 до 100 °С. Спочатку протягом двох годин подається 100% свіжого повітря, а в останні дві години додається 20% рециркуляційного повітря для підтримання вологості на рівні 5% на вході в сушильну установку. Фаза обсмажування при температурі 102...105 °С триває 4...5 годин, причому бажане поступове незначне зниження температури протягом останньої години. Утворення барвних речовин відбувається відносно швидко, проте для формування необхідного аромату потрібен триваліший час. Важливу роль у

створенні аромату відіграють довгі ланцюжки амінокислот, зокрема валін та лейцин.

Потрібна температура сушіння може варіюватися. Якщо солод має високий ступінь розчинення та був якісно оброблений на етапі підсушування, бажаний колір та аромат можуть бути досягнуті вже при температурі 100 °С. Для стабілізації температури під час сушіння частка рециркуляційного повітря поступово збільшується з 20% до 80%. Якщо при цьому вентилятор працює на максимальній потужності, температура верхнього шару солоду також може перевищувати 100 °С.

Під час термічної обробки ферментованого житнього солоду при високих температурах обсмажування відбуваються значні зміни в його складі. Вологість зерна суттєво зменшується, а ферменти повністю втрачають свою активність. Білкові молекули частково згортаються та частково розпадаються на простіші сполуки. Жири також частково руйнуються, що призводить до вивільнення жирних кислот і, як наслідок, підвищення кислотності солоду. Крохмаль під впливом високої температури полімеризується, утворюючи декстрини, а геміцелюлози частково перетворюються на леткий фурфурол. Втрати маси при обсмажуванні солоду починаються вже при температурі 160...165 °С і наприкінці процесу сягають близько 15%. Підсмажений ферментований житній солод характеризується дещо нижчим вмістом екстрактивних речовин, який становить 60...65% у перерахунку на суху масу. Ендосперм такого солоду повинен мати однорідну пористу структуру, темний колір, схожий на коричневі кавові зерна, але без блиску, тоді як оболонки зерна мають бути глянцевиими [16].

Процес сушіння солоду здійснюється на солодосушарках різних конструкцій періодичної та безперервної дії [5].

До *солодосушарок періодичної дії* відносять горизонтальні одно-, дво- і триярусні сушарки (рис.3.4).

У якості сушильного агента застосовують чисте повітря, яке нагрівається в калорифері. Процес сушіння та термічної обробки солоду в таких установках займає від 12 до 24 годин, при цьому температура повітря варіюється від 45 до 80...105 °С. Свіжопророслий солод завантажують на решітку рівномірним шаром заввишки до 1,5 метра і висушують протягом 16...18 годин.

Варто зауважити, що в сушарках періодичної дії складно досягти оптимального режиму сушіння. Це пов'язано з тим, що у верхніх шарах солоду фізіологічні та ферментативні процеси тривають довше, ніж у середніх та нижніх, тоді як у нижніх шарах значно затягуються хімічні реакції, що призводить до неоднорідності кольору солоду.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

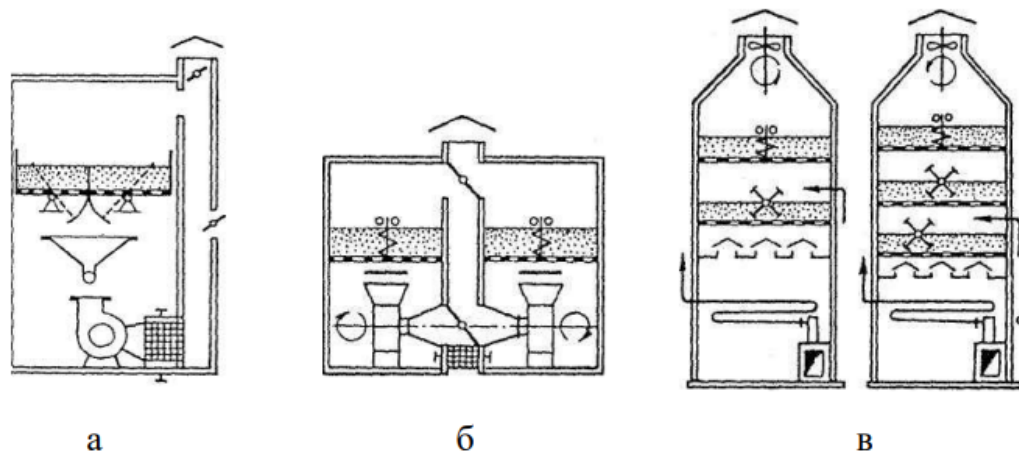


Рисунок 3.4 – Солодосушарки періодичної дії:

*а – одноярусна сушарка з механічним вивантаженням готового солоду; б – здвоєна одноярусна горизонтальна сушарка; в – дво- і трійярусна горизонтальна сушарка*

На етапі термічної обробки солоду (хімічній фазі) повітря, що виходить із сушарки, має низьку вологість і, отже, високу здатність до подальшого висушування. Для підвищення продуктивності одноярусні сушарки часто об'єднують у пари. Повітря, що пройшло через сушарку, де відбувається термічна обробка, потім використовується для попереднього підсушування солоду в спареній сушарці.

Після завершення сушіння та термічної обробки в першій сушарці, а також після вивантаження готового солоду та завантаження нової партії свіжопророслого солоду, напрямок потоку повітря змінюється. Тепер повітря спрямовується з другої сушарки в першу [6].

До *солодосушарок безперервної дії* належать вертикальні сушарки ЛСГА (Латвійської сільськогосподарської академії), карусельні КТІХП (Київського технологічного інституту харчової промисловості) та інші.

У конструкції сушарки ЛСГА передбачено дві вертикальні сітчасті шахти, заповнені солодом, який безперервно переміщується зверху вниз. Для забезпечення безперешкодного руху солоду відстань між ситами у шахтах поступово збільшується донизу. Сушильне повітря проходить через шар солоду чотири рази, рухаючись зигзагоподібно знизу вгору (рис.3.5).

До недоліків цих сушарок слід віднести їхню низьку продуктивність, нерівномірний рух солоду, що призводить до нерівномірного висушування та термічної обробки. Як наслідок, якість кінцевого продукту є невисокою. Окрім того, для сушарок такого типу характерна значна витрата металу на одиницю продукції.

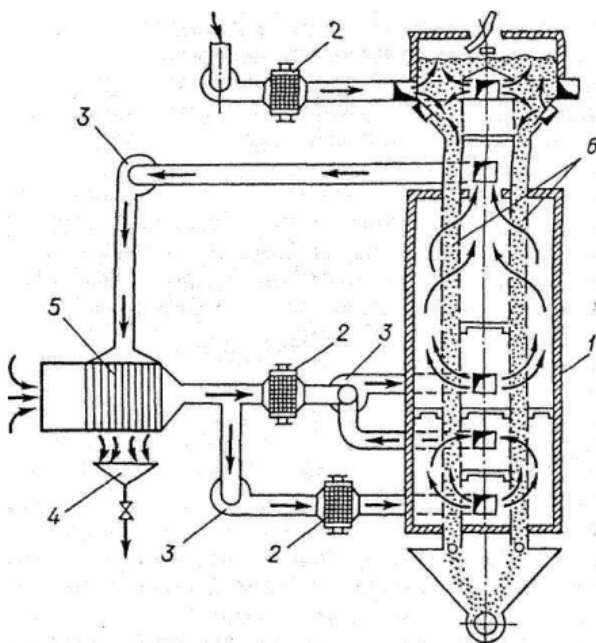


Рисунок 3.5 – Вертикальна солодосушарка безперервної дії ЛСГА:  
 1 – корпус сушарки; 2 – калорифери для підігрівання повітря;  
 3 – вентилятори; 4 – збірник конденсату; 5 – скляний теплообмінник;  
 6 – вертикальні сітчасті шахти

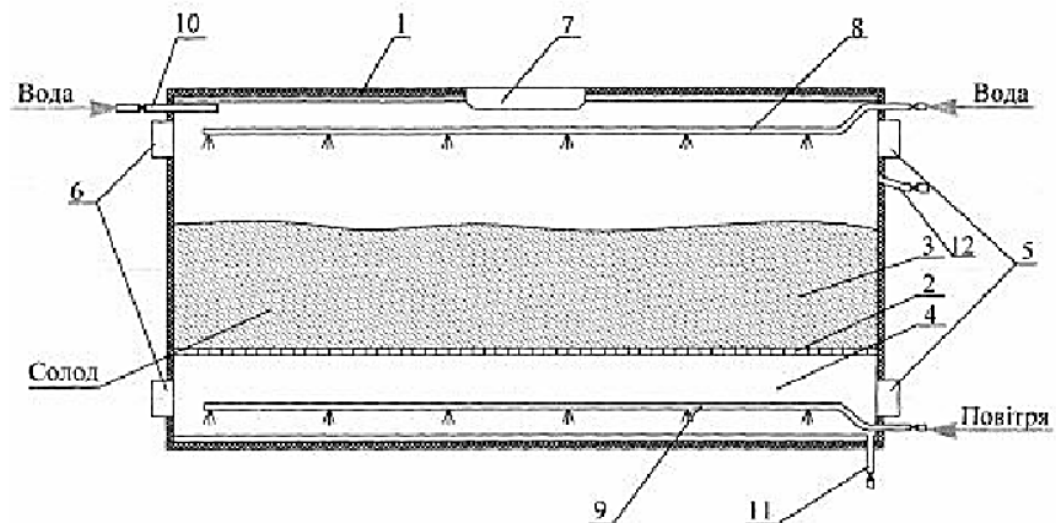
Серед сучасних солодосушарок більш економічними є карусельні сушарки безперервної дії, розроблені в Українському державному університеті харчових технологій. Їхнє застосування ефективно у поєднанні з наявними системами пророщування солоду, зокрема з пневматичними солодовнями типу «пересувна грядка» та іншими подібними системами [6].

### 3.2.6 Технологічні рішення

На основі вивчення різних методів виробництва ферментованого та неферментованого житнього солоду, а також різноманітного обладнання, було вирішено використовувати апарат, розроблений у Національному університеті харчових технологій. Перевага цього апарату полягає в тому, що всі технологічні етапи – промивка зерна, відокремлення сплих домішок, замочування, пророщування, ферментація та сушіння – здійснюються в одному робочому просторі. Це дозволяє підвищити якість готового продукту та зменшити загальне споживання енергії.

Апарат для виробництва ферментованих солодів (рис. 3.6) має горизонтальний циліндричний корпус 1 з теплоізоляційною оболонкою. Внутрішній простір апарату розділений ситовою перегородкою 2 на робочий об'єм 3 та підситовий простір 4. Апарат також обладнаний отворами 5 і 6 для подачі та відведення кондиціонованого повітря, люком 7 для завантаження та вивантаження зерна, системами зрошення 8 та барботажу 9, системою подачі

10 та зливу води 11, а також пристроєм 12 для відокремлення сплилих домішок.



**Рисунок 3.6 – Апарат для виробництва ферментованих та неферментованих солодів**

Апарат функціонує таким чином: робочий простір 3 циліндричного корпусу 1 заповнюється необхідною кількістю зерна через герметично закритий люк 7. Далі відбувається промивка зерна водою та його очищення від сплилих домішок за допомогою системи барботажу 9 та пристрою для відділення сплаву 12. Після завершення промивки вода з апарату зливається, і розпочинається процес замочування. Замочування здійснюється з використанням систем зрошення 8 та барботажу 9, одночасно з обертанням барабана 1 для забезпечення перемішування зерна. Після досягнення потрібного рівня вологості зерно пророщують, підтримуючи необхідні параметри температури та вологості за допомогою системи зрошення 8, перемішування при обертанні барабана, а також шляхом продування зернової маси кондиціонованим повітрям через отвори 5 і 6.

Процес ферментації в апараті здійснюється за допомогою системи зрошення 8, а також шляхом нагрівання корпусу паром або гарячою водою, що подається в теплоізолювану оболонку. Крім того, в апарат нагнітається вологе підігріте повітря. Сушіння також відбувається при нагрітому корпусі, але з використанням сухого підігрітого повітря, яке подається та відводиться через отвори 5 і 6. Одночасне обертання апарату 1 сприяє інтенсифікації процесу сушіння. Після досягнення необхідної вологості висушений ферментований солод вивантажується через люк 7. Після цього апарат готовий до наступного технологічного циклу [11].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

**Отже, внаслідок техніко-економічного аналізу виробництва житнього солоду, в роботі прийняті такі способи:**

а) очищення зерна жита відбувається на повітряно-ситовому, магнітному сепараторі, що забезпечить якісну очистку зерна;

б) процеси миття, замочування, пророщування, ферментація та сушіння солоду відбувається в одному апараті для виробництва ферментованих солодів;

в) в процесі замочування для дезінфекції було обрано перекис водню та для прискорення процесу пророщування в останню замочувану воду додавання гіберелінової кислоти.

### **3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми**

Очищене і відсортоване жито із силосного відділення подають на норію 1, за допомогою якої транспортують на стрічковий транспортер 2, звідки зерно направляється на шнек 3 та автоматичні ваги 4, де відважується необхідна кількість жита, згідно потужності заводу.

Після зважування зерно самопливом поступає на повітряно-ситовий сепаратор 5, магнітний сепаратор 6, камневідбирник 7 та поступає у бункер для зерна 8. Очищене зерно стрічковим транспортером 1, норією 2 та шнековим транспортером 9 поступає у барабанний апарат для виробництва солоду 14. Першим процесом у цьому апараті є миття під час якого використовують гашене вапно для дезінфекції зернової суміші. Для зняття сплаву клапани в барабані закриваю, його нахилиють та сплав витікає у фільтр. Далі жито замочується до вологості 47...49 %. Пророщування відбувається при температурі 16...18 °С. Під час виготовлення житнього ферментованого солоду наступним етапом є ферментація до вологості 50...55 %.

Для аерації солоду використовується камера кондиціонування 13, куди, за допомогою вентилятора 10 надходить повітря з навколишнього середовища, через калорифер 11 і розпилувальні форсунки для води воно кондиціонується до температури на 1...2 °С нижче за температуру солоду. Подавання теплого повітря контролюється байпасом 12. Цим же ш нагрітим повітрям проводиться сушіння з поступовим підвищенням повітря від 48 до 78 °С.

Після сушіння барабан перевертають та зерно самопливом потрапляє на стрічковий транспортер 1 і подається норією 2 на шнек 3. Готовий неферментований солод надходить у бункер для готового солоду 15, ферментований солод – у бункер для готового солоду 16.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	28



## Продовження таблиці 4.2

Масова частка екстракту в сухому солоді, %, не менше при гарячому екстрагуванні	80,0	–	–
при гарячому екстрагуванні з витяжкою з ячмінного солоду	–	84,0	80,0
Тривалість оцукрювання, хв., не більше ніж	30,0	–	–
Кислотність солоду, к.од.: при холодному екстрагуванні	–	Від 35,0 і вище	Від 25,0 до 34,9
при гарячому екстрагуванні, не більше	17,0	–	–
Колір солоду, кл.од. при холодному екстрагуванні	–	Від 12,0 і вище	Від 7,0 до 16
при гарячому екстрагуванні, не більше	3,0	–	–
Домішки металомагнітні домішки розміром окремих частинок не більше 0,3 мм, мг на 1 кг, не більше	3,0		
мінеральні домішки	Не допускається		
Зараженість шкідниками	Не допускається		

## 4.2 Характеристика сировини

Для виробництва житнього ферментованого солоду використовується жито, яке за фізико-хімічними показниками повинно відповідати ДСТУ 4522:2006 Жито. Технічні умови. Зі Зміною № 1 та Поправкою (ІПС № 4-2007) [4], які наведені в таб. 4.3

Таблиця 4.3

## Фізико-хімічні показники жита

Показник	Характеристика і норма за класами			
	1	2	3	4
Вологість, %, не більше	14,5	14,5	14,5	14,5
Число падання, с	понад 200	200...141	140...80	не обмежено (менше 80)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	30

Продовження таблиці 4.3

Натура, г/л, не менше	700	680	660	не обмежено
Зернова домішка, % не більше	4,0	6,0	6,0	15,0
Зокрема пророслі зерна	3,0	5,0	5,0	у межах зернової домішки
Смітна домішка, %, не більше	2,0	2,0	2,0	5,0
Зокрема:				
зіпсовані зерна	1,0	1,0	1,0	у межах смітної домішки
кукіль	0,5	0,5	0,5	0,5
мінеральна домішка	0,3	0,3	0,3	1,0
зокрема галька	0,1	0,1	0,1	0,2
шкідлива домішка	0,2	0,2	0,2	0,2
зокрема:				
ріжки	0,05	0,05	0,05	0,1
гірчак повзучий і в'язіль різногольоровий (разом)	0,1	0,1	0,1	0,1
Зерна з рожевим забарвленням, %, не більше	3,0	5,0	6,0	не обмежено
Фузаріозні зерна, %, не більше	1,0	1,0	1,0	1,0

Жито усіх класів повинно бути незіпріле та без теплового пошкодження під час сушіння; мати властивий здоровому зерну нормальний запах (без затхлого, солодового, пліснявого, сторонніх запахів) та колір; не допускають заражування зерна жита, крім зараження кліщем не вище II ступеня [4].

Максимально допустимий рівень у житі токсичних елементів і мікотоксинів, що відповідає ДСТУ 4522:2006 Жито. Технічні умови. Зі Зміною № 1 та Поправкою (ІПС № 4-2007), наведений у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

**Максимально допустимий рівень у житі токсичних елементів і мікотоксинів**

Показник	Характеристика
Токсичні елементи, мг/кг:	
свинець	0,5
кадмій	0,1
миш'як	0,2
ртуть	0,03
мідь	10,0
цинк	50,0
Мікотоксини, мг/кг:	
афлатоксин В <sub>1</sub>	0,005
зеараленон	1,0
Т-2 токсин	0,1

## Продовження таблиці 4.4

дезоксиніваленол (вомітоксин)	0,5...1,0
Радіонукліди, Бк/кг:	
стронцій-90	20,0
цезій-137	50,0
Пестициди	Перелік пестицидів, за якими контролюють зерно жита, залежить від використання їх на визначеній території та узгоджується зі службами Міністерства охорони здоров'я і ветеринарної медицини України

**4.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів**

Для миття, замочування жита використовується як питна вода згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [2], так і технічна. У табл. 4.5 наведені фізико-хімічні показники питної води, яка використовується миття і замочування зерна.

Таблиця 4.5

**Фізико-хімічні показники питної води**

Найменування показників	Допустимий рівень
рН, не менше	5,0
Жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup> , не більше	7
Вміст:	
- аміаку, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	200
- нітратів, мг/ дм <sup>3</sup> , не більше	200
- поліфосфатів, мг/ дм <sup>3</sup> , не більше	200
-токсичних елементів, мг/кг, не більше:	
• свинець	1,0
• кадмій	0,05
• миш'як	1,0
• ртуть	0,02
• мідь	20,5
• цинк	50,0
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	1000

Для забезпечення оптимального технологічного процесу вода, яка поступає на охолодження в теплообмінні апарати, повинна відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», [3] які наведені у таблиці 4.6.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## Фізико-хімічні показники технічної води

Найменування показників	Допустимий рівень
Загальна жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup> , не більше	12
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	500...1000
Вміст зважених часток, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	100...150
ХСК, мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	85...100
БСК, мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	40...50

**Гіберелінова кислота** – чистий продукт являє собою білий кристал, температура плавлення 233...235 градусів, легко розчинний у спирті, ацетоні, етилацетаті, розчині бікарбонату натрію та фосфатному буфері рН=6,2, нерозчинний у воді та ефірі. Водний розчин є кислим, нестійким і легко виходить з ладу, а також легко розкладається у випадку луку [16].

**Перекис водню (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)** – безбарвна прозора злегка в'язка рідина зі слабким своєрідним запахом та «металевим» смаком, необмежено розчинна у воді, спирті та ефірі. Негорюча, пожежо-вибухонебезпечна рідина є сильним окислювачем, що енергійно вступає в реакції з багатьма речовинами. Вона здатна мимоволі розкладатися на воду і кисень, поєднується з водою в будь-яких співвідношеннях. Концентровані водні розчини вибухонебезпечні є хорошим розчинником. Щільність: 1,4 г/см<sup>3</sup>, температура плавлення: -0,432°, температура кипіння: 150,2°C [12].

## 5 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 5.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

**Вихідні дані:** 50 тис. тон на рік, 55 % житнього неферментованого солоду та 45 % житнього ферментованого солоду.

Розрахунки продуктів виробництва солоду передбачають визначення необхідної кількості відсортованого і товарного жита, а також кількості проміжних продуктів і відходів на всіх технологічних стадіях виробництва солоду.

Розрахунки проводять на 100 кг товарного жита. Вихідними даними є вміст сухої речовини в житі та нормативні величини виробничих втрат і відходів по стадіях технологічного процесу.

Згідно з нормами технологічного проектування приймаємо величини втрат і відходів, % до маси товарного жита: втрати під час транспортування і розвантаження жита – 0,15, під час зберігання (до 1 року) – 0,10, відходи: сміттєві домішки – 1,60, зернові домішки – 4,20, жито III сорту (схід з сита розмірами отворів  $2,2 \times 20$  мм) – 6,20. Всього – 12,25%.

За класичною схемою нормативний вихід щодо товарного жита з урахуванням розглянутих втрат становить 69,3%, а щодо жита відсортованого – 79,2% [17].

Втрати та відходи у виробництві солоду до маси відсортованого жита відображено на табл. 5.1.

Таблиця 5.1

#### Втрати і відходи у виробництві солоду, % до маси відсортованого жита

Найменування втрат і відходів у виробництві солоду	Солод житній неферментований	Солод житній ферментований
Втрати під час замочування	0,6	0,6
Втрати на дихання	5,7	5,7
Відходи із сплавом	1,0	1,0
Втрати на утворення паростків	4,3	4,3
Ферментація	–	11,1
<i>Разом</i>	11,6	22,7

### 5.2 Продуктові розрахунки

#### 5.2.1 Продуктові розрахунки виробництва ферментованого солоду

Розрахунки виконують на 100 кг товарного жита.

*Очищений і відсортоване жито.* Під час розвантажування готового жита втрачаються 0,15% його або 0,15 кг. На очистку надходить жита:

$$100 - 0,15 = 99,85 \text{ кг.}$$

Після первинної очистки вилучається 1,6 % або 1,6 кг сміттєвих домішок і 4,20 % або 4,2 кг зернових домішок. На зберігання надходить жита:

$$99,85 - (1,6 + 4,2) = 94,05 \text{ кг.}$$

Під час зберігання втрачається 0,1 % або 0,1 кг жита. На вторинну очистку надходить жита:

$$94,05 - 0,1 = 93,95 \text{ кг.}$$

Під час сортування вилучають 6,2 % жита IV-го сорту або 6,2 кг. Залишається очищеного і відсортованого жита:

$$93,95 - 6,2 = 87,75 \text{ кг.}$$

*Замочене жито.* Очищений і відсортоване жито вологістю 14,5 % містить сухої речовини:

$$\frac{87,75 \cdot (100 - 14,5)}{100} = 75,03 \text{ кг.}$$

При замочуванні зі сплавом і на розчинення витрачається сухої речовини:

$$1,0 + 0,6 = 1,6 \% \text{ або } 75,03 \cdot 0,016 = 1,20 \text{ кг.}$$

У замоченому житі сухої речовини залишається:

$$75,03 - 1,20 = 73,83 \text{ кг.}$$

Маса замоченого жита вологістю 47,0 %:

$$\frac{73,83 \cdot 100}{100 - 47} = 148,55 \text{ кг.}$$

*Сплав.* У сплаві міститься сухої речовини:

$$75,03 \cdot 0,01 = 0,7503 \text{ кг.}$$

Сплаву вологістю 30 % отримують:

$$\frac{0,7503 \cdot 100}{100 - 30} = 1,07 \text{ кг.}$$

Повітряно-сухого сплаву вологістю 15 %:

$$\frac{0,7503 \cdot 100}{100 - 15} = 0,89 \text{ кг.}$$

*Свіжопророслий солод.* Під час пророщування замоченого жита на дихання зерна витрачається 5,7 % сухих речовини або

$$73,83 \cdot 0,057 = 4,21 \text{ кг.}$$

У свіжопророслому солоді сухої речовини залишається:

$$73,83 - 4,21 = 69,62 \text{ кг.}$$

Маса свіжопророслого солоду вологістю 46,0 %:

$$\frac{69,62 \cdot 100}{100 - 46} = 128,93 \text{ кг.}$$

*Ферментація.* Під час ферментації втрачається 11,1 % сухої речовини жита або

$$69,62 \cdot 0,111 = 7,73 \text{ кг}$$

Тоді у солоді сухої речовини залишається:

$$69,62 - 7,73 = 61,86 \text{ кг}$$

Маса ферментованого солоду вологістю 46,0 %:

$$\frac{61,86 \cdot 100}{100 - 46} = 114,5 \text{ кг.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					35

*Свіжовисушений солод.* З вилученими паростками втрачається 4,3 % сухої речовини жита або

$$75,03 \cdot 0,043 = 3,23 \text{ кг}$$

У свіжовисушеному солоді сухої речовини залишається:

$$61,86 - 3,23 = 58,63 \text{ кг}$$

Маса свіжовисушеного солоду вологістю 5,0 %:

$$\frac{58,63 \cdot 100}{100 - 5} = 61,72 \text{ кг.}$$

*Паростки.* Маса паростків вологістю 10,0 %:

$$\frac{3,23 \cdot 100}{100 - 10} = 3,58 \text{ кг}$$

*Вилежаний солод.* Маса вилежаного солоду вологістю 6,2 %:

$$\frac{58,63 \cdot 100}{100 - 6,2} = 62,51 \text{ кг.}$$

*Готовий солод.* Під час зберігання вилежаний солод втрачає 0,15 % маси або

$$62,51 \cdot 0,0015 = 0,32 \text{ кг}$$

Маса готового солоду:

$$62,51 - 0,32 = 62,19 \text{ кг}$$

*Вихід солоду.* Вихід готового солоду на 100 кг очищеного і відсортованого жита:

$$\frac{62,19 \cdot 100}{87,75} = 70,87 \text{ кг.}$$

Узагальнені результати розрахунків щодо виробництва житнього ферментованого солоду[18] наведені в табл. 5.2

Таблиця 5.2

**Зведена таблиця продуктивних розрахунків виробництва житнього ферментованого солоду**

Найменування продукту	Кількість продуктів виробництва житнього ферментованого солоду на			
	100 кг готового жита, кг	100 кг очищеного і відсортованого жита, кг	100 кг готового солоду, кг	річний випуск солоду (22 500), т
Перевідний коефіцієнт	1	1,14	1,429	225
<b>Жито:</b> товарне	100	114	142,90	32152,5
очищене і відсортоване	87,75	100,04	125,4	28215
IV-го сорту	6,2	7,07	8,86	1993,5
<b>Домішки:</b> сміттєві	1,6	1,82	2,29	515,25

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	36

## Продовження таблиці 5.2

зернові	4,2	4,79	6,002	1350,45
<b>Жито замочене</b>	148,55	169,35	212,28	47763
<b>Сплав вологий</b>	1,07	1,22	1,53	344,25
<b>Солод:</b>				
свіжопророслий	128,93	146,98	184,24	41454
ферментований	114,5	130,53	163,62	36814,5
свіжовисушений	61,72	70,36	88,2	19845
<b>Паростки</b>	3,58	4,08	5,12	1152
<b>Солод:</b>				
вилежаний	62,51	71,26	89,33	20099,25
готовий	62,19	70,9	88,87	19995,75

**5.2.2 Продуктові розрахунки виробництва неферментованого солоду**

Розрахунки виконують на 100 кг товарного жита.

*Очищений і відсортоване жито.* Під час розвантажування готового жита втрачаються 0,15% його або 0,15 кг. На очистку надходить жита:

$$100 - 0,15 = 99,85 \text{ кг.}$$

Після первинної очистки вилучається 1,6 % або 1,6 кг сміттєвих домішок і 4,20 % або 4,2 кг зернових домішок. На зберігання надходить жита:

$$99,85 - (1,6 + 4,2) = 94,05 \text{ кг.}$$

Під час зберігання втрачається 0,1 % або 0,1 кг жита. На вторинну очистку надходить жита:

$$94,05 - 0,1 = 93,95 \text{ кг.}$$

Під час сортування вилучають 6,2 % жита IV-го сорту або 6,2 кг. Залишається очищеного і відсортованого жита:

$$93,95 - 6,2 = 87,75 \text{ кг.}$$

*Замочене жито.* Очищений і відсортоване жито вологістю 14,5 % містить сухої речовини:

$$\frac{87,75 \cdot (100 - 14,5)}{100} = 75,03 \text{ кг.}$$

При замочуванні зі сплавом і на розчинення витрачається сухої речовини:

$$1,0 + 0,6 = 1,6 \% \text{ або } 75,03 \cdot 0,016 = 1,20 \text{ кг.}$$

У замоченому житі сухої речовини залишається:

$$75,03 - 1,20 = 73,83 \text{ кг.}$$

Маса замоченого жита вологістю 47,0 %:

$$\frac{73,83 \cdot 100}{100 - 47} = 148,55 \text{ кг.}$$

*Сплав.* У сплаві міститься сухої речовини:

$$75,03 \cdot 0,01 = 0,7503 \text{ кг.}$$

Сплаву вологістю 30 % отримують:

$$\frac{0,7503 \cdot 100}{100 - 30} = 1,07 \text{ кг.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					37

Повітряно-сухого сплаву вологістю 15 %:

$$\frac{0,7503 \cdot 100}{100 - 15} = 0,89 \text{ кг.}$$

*Свіжопророслий солод.* Під час пророщування замоченого жита на дихання зерна витрачається 5,7 % сухих речовини або

$$73,83 \cdot 0,057 = 4,21 \text{ кг.}$$

У свіжопророслому солоді сухої речовини залишається:

$$73,83 - 4,21 = 69,62 \text{ кг.}$$

Маса свіжопророслого солоду вологістю 46,0 %:

$$\frac{69,62 \cdot 100}{100 - 46} = 128,93 \text{ кг.}$$

*Свіжовисушений солод.* З вилученими паростками втрачається 4,3 % сухої речовини жита або

$$73,83 \cdot 0,043 = 3,17 \text{ кг}$$

У свіжовисушеному солоді сухої речовини залишається:

$$69,62 - 3,17 = 66,45 \text{ кг}$$

Маса свіжовисушеного солоду вологістю 5,0 %:

$$\frac{66,45 \cdot 100}{100 - 5} = 69,93 \text{ кг.}$$

*Паростки.* Маса паростків вологістю 10,0 %:

$$\frac{3,17 \cdot 100}{100 - 10} = 3,52 \text{ кг}$$

*Вилежаний солод.* Маса вилежаного солоду вологістю 6,2 %:

$$\frac{66,45 \cdot 100}{100 - 6,2} = 70,84 \text{ кг.}$$

*Готовий солод.* Під час зберігання вилежаний солод втрачає 0,15 % маси або

$$70,84 \cdot 0,0015 = 0,11 \text{ кг}$$

Маса готового солоду:

$$70,84 - 0,11 = 70,73 \text{ кг}$$

*Вихід солоду.* Вихід готового солоду на 100 кг очищеного і відсортованого жита:

$$\frac{70,73 \cdot 100}{87,75} = 80,60 \text{ кг.}$$

Узагальнені результати розрахунків щодо виробництва житнього неферментованого солоду наведені в табл. 5.3 [17]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

**Зведена таблиця продуктивних розрахунків виробництва житнього  
неферментованого солоду**

Найменування продукту	Кількість продуктів виробництва житнього ферментованого солоду на			
	100 кг готового жита, кг	100 кг очищеного і відсортованого жита, кг	100 кг готового солоду, кг	річний випуск солоду (27 500), т
Перевідний коефіцієнт	1	1,14	1,429	275
<b>Жито:</b>				
товарне	100	114	142,90	39297,5
очищене і відсортоване	87,75	100,04	125,4	34485
IV-го сорту	6,2	7,07	8,86	2436,5
<b>Домішки:</b>				
сміттєві	1,6	1,82	2,29	629,75
зернові	4,2	4,79	6,002	1650,55
<b>Жито замочене</b>	148,55	169,35	212,28	58377
<b>Сплав вологий</b>	1,07	1,22	1,53	420,75
<b>Солод:</b>				
свіжопророслий	128,93	146,98	184,93	50855,75
свіжовисушений	69,93	79,72	99,93	27480,75
<b>Паростки</b>	3,52	4,01	5,03	1383,25
<b>Солод:</b>				
вилежаний	70,84	80,76	101,23	27838,25
готовий	70,73	80,63	101,07	27794,25

### 5.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Гіберелінова кислота – додається в останню воду для замочування з розрахунку 0,15 мг/кг. При цьому процес пророщування зерна скорочується приблизно на дві доби.

Потужність виробництва становить 50 000 т:

$$Q_{\text{річне}} = Q * 1,44 = 50\,000 * 1,44 = 72\,000 \text{ т жита}$$

де: 1,44 – необхідна кількість відсортованого жита, потрібна для одержання 1 тони товарного солоду, т.

$$0,15 * 72\,000\,000 = 10,8 \text{ кг гіберелінової кислоти}$$

Для миття та дезінфекції жита використовують перекис водню ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) концентрацією 30%. На 1 тону зерна використовується 0,33 л перекису водню в останню замочувану воду. Одна партія зерна становить 10 т жита, тоді необхідна кількість перекису водню складає 3,3 літрів. За весь робочий період виготовляється 22 партії готового солоду.

Тому необхідна кількість перекису водню складає:

$$22 * 3,3 = 72,6 \text{ л}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					39

## 6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Проектом передбачено виробництво житнього солоду. Виробничі та складські приміщення можна поділити на:

- 1) відділення підготовки зернопродуктів – площа 72 м<sup>2</sup>;
- 2) відділення виробництва солоду – площа 324 м<sup>2</sup>;

Загальна площа виробничих цехів становить:

$$S_{\text{в}} = 72 + 324 = 396 \text{ м}^2$$

Площа приміщень для зберігання готового солоду становить 72 м<sup>2</sup>.

Допоміжні приміщення можна поділити на:

- 1) кабінет начальників цеху – площа 36 м<sup>2</sup>;
- 2) лабораторія – площа 36 м<sup>2</sup>;
- 3) кімната для відпочинку – площа 18 м<sup>2</sup>;
- 4) механічна майстерня – площа 16 м<sup>2</sup>;

Загальна площа допоміжних приміщень становить:

$$S_{\text{д}} = 36 + 36 + 18 + 16 = 106 \text{ м}^2$$

## 7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Виходячи з потужності, а також згідно технологічної схеми та продуктового розрахунку, підбираємо необхідне обладнання.

Продуктивність заводу – 50 000 т/рік. Кількість робочих днів – 330. Спосіб замочування - повітряно-водяний (замочування протягом 2 діб). Пророщування зерна відбувається в ящиківій солодовні.

Добова потужність (т/добу) виробництва солоду по товарному ячменю  $50000:330=151$  т/добу

Добова потреба очищеного і відсортованого жита для виробництва добової норми солоду:  $151:0,8=189$  т/добу

**Норія для жита.** Приймаємо, що відпуск жита із зерносховища проводиться щоденно протягом 8 годин (за денної зміни). Тоді потужність підіймальної норії повинна бути не менше, ніж  $189:8=23,6$  т/год

Приймаємо до встановлення 3 норій зернової НКЗ-25з потужністю 25 т/год.

**Стрічковий транспортер.** Приймаємо для встановлення 6 безроликкових транспортерів ТБ30-15 з потужністю 25 т/год.

**Шнековий транспортер.** Для транспортування жита обираю шнековий транспортер ШТ 273.

**Ваги автоматичні** для зважування ячменю мають мати приблизно таку ж потужність, як і норія. Приймаємо до встановлення ваги марки Д-100-3 потужністю 24 т/год.

**Бункер.**

$$V_{\text{доб}} = \frac{G_{\text{доб}} \cdot 0,3}{0,65} \cdot 1,1 = \frac{189 \cdot 0,3}{0,65} \cdot 1,1 = 95,95 \text{ м}^3$$

Бункер для жита обираємо з пірамідальним днищем квадратного січення. Сторона квадрата –  $a = 4$  м.

$$h_1 = a \cdot \tan \alpha = 4 \cdot 0,71 = 2,84 \text{ м}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{95,95}{16} - \frac{1}{3} \cdot 2,84 = 5,05 \text{ м}$$

Підбираємо бункер місткістю по  $95,95 \text{ м}^3$  квадратного січення шириною 4 м, висота пірамідальної частини – 2,88 м, квадратної – 5,05 м. Проектом передбачено встановлення 3 таких бункерів. І один менший бункер для паростків із загальним об'ємом 5 куб. м.

**Повітряно-ситовий сепаратор.** Для очищення зерна від домішок обираємо зерновий сепаратор ПСО-100 з продуктивністю до 30 т/год.

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

**Магнітний сепаратор.** Для очищення зерна від металоманітних домішок обираємо самоплив магнітний сепаратор MZ, продуктивність 40 т/год.

**Каменевідбірник.** Щоб очистити зерно від каміння обираємо каменевідбірник для зерна UN-ТА 120-С з продуктивністю 10...15 т/год.

**Барабанний апарат для виробництва солоду.** Насипна густина  $\rho = 650 \text{ кг/см}^3$ , маса барабану  $G_6 = 15\,000 \text{ кг}$ , маса свіжопропорошеного солоду  $G_c = 7000 \text{ кг}$ , діаметр барабана  $D = 3,1 \text{ м}$ , ступінь заповнення барабана  $\varphi = 50\%$ , частота обертання барабана  $n = 3,69 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ , центральний кут  $\alpha = 30^\circ$ , діаметр бандажа  $D_6 = 3,5 \text{ м}$ , діаметр опорних роликів  $D_p = 0,8 \text{ м}$ .

Об'єм солоду при пророщуванні в барабані:

$$V_c = \frac{1,8 \cdot G}{\rho} = \frac{1,8 \cdot 15000}{650} = 41,54 \text{ м}^3$$

Повний об'єм барабана при ступені заповнення його  $\varphi = 50\%$ :

$$V_6 = 2 \cdot V_c = 2 \cdot 41,54 = 83,08 \text{ м}^3$$

Довжина частини барабана, заповненої солодом:

$$L_c = \frac{4 \cdot V_6}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 83,08}{3,14 \cdot 3,1^2} = 11,11 \text{ м}$$

Повна довжина барабана з урахуванням ширини міждонної камери  $l = 0,3 \text{ м}$ :

$$L_6 = L_c + 2 \cdot l = 11,11 + 2 \cdot 0,3 = 11,71 \text{ м}$$

Довжина барабана з врахуванням об'єму солоду і ступеня заповнення його:

$$L_6 = \frac{1,8 \cdot G}{0,5 \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^2} + 2 \cdot l = \frac{1,8 \cdot 15000}{0,5 \cdot 650 \cdot 3,14 \cdot 1,55^2} + 2 \cdot 0,3 = 11,61$$

Максимальна висота шару солоду в барабані:

$$H = 0,4 \cdot D = 0,4 \cdot 3,1 = 1,24 \text{ м}$$

Висота підситового простору:

$$h = 0,3 \cdot D = 0,3 \cdot 3,1 = 0,93 \text{ м}$$

Ширина сита:

$$b = 0,915 \cdot D = 0,915 \cdot 3,1 = 2,84 \text{ м}$$

Реакція всіх опорних роликів:

$$P = \frac{g \cdot (G_c + G_6)}{\cos \alpha} = \frac{9,81 \cdot (7000 + 15000)}{0,867} = 248\,927,34 \text{ Н}$$

Робота сили тертя кочення за один оберт барабана:

$$A_1 = \frac{P \cdot f_{\text{тр}} \cdot \pi \cdot D}{R_p} = \frac{248\,927,34 \cdot 0,05 \cdot 3,14 \cdot 3,5}{0,4} = 341\,963,93 \text{ Дж}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					42

Робота сили тертя ковзання цапф опорних роликів у підшипниках за один оберт барабана:

$$A_2 = \frac{P \cdot f_k \cdot \pi \cdot D_{\text{ц}} \cdot D_{\text{б}}}{D_p} = \frac{248\,927,34 \cdot 0,12 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \cdot 3,5}{0,8} = 49\,242,81 \text{ Дж}$$

Робота сили опору солоду обертання барабана:

$$A_3 = \pi \cdot D \cdot G_c \cdot g \cdot f_k = 3,14 \cdot 3,1 \cdot 7000 \cdot 9,81 \cdot 0,5 = 334\,216,89 \text{ Дж}$$

Повна робота, що затрачається за один оберт барабана:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 = 341\,963,93 + 49\,242,81 + 334\,216,89 = 725\,423,63 \text{ Дж}$$

Потужність приводу для обертання барабана:

$$N = \frac{A \cdot n}{1000 \cdot \eta} = \frac{725\,423,63 \cdot 3,69 \cdot 10^{-4}}{1000 \cdot 0,8} = 0,33 \text{ кВт}$$

Приймаю встановлення 2 таких апаратів.

**Камера кондиціонування.** Камера кондиціонування. Параметри повітря в камері кондиціонування повітря для апарату для виробництва солоду, що вміщує 7 тон жита такі: температура навколишнього повітря – 25°C, його відносна вологість – 60%; температура відпрацьованого повітря – 15°C, його відносна вологість – 85%; температура кондиціонованого повітря – 13°C, його відносна вологість – 99%. При кондиціонуванні повітря використовують 2/3 повітря відпрацьованого. Теплове навантаження на камеру :

$$Q_K = V_{\text{п.п}} \cdot (h_{\text{вх}} - h_{\text{к}}),$$

де  $V_{\text{п.п}}$  – питомі витрати кондиціонованого повітря, м<sup>3</sup>/(т·год);

$h_{\text{вх}}$ ,  $h_{\text{к}}$  – питома ентальпія повітря відповідно такого, що надходить у кондиціонер і кондиціонованого, кДж/кг.

Для пророщування 1 т жита потрібно 61 190 м<sup>3</sup> кондиціонованого повітря. За умови шестидобового пророщування і при коефіцієнті нерівномірності продування 2,3 питомі витрати повітря становитимуть:

$$V_{\text{пит}} = \frac{61\,190 \cdot 2,3}{6 \cdot 24} = 977,34 \text{ м}^3$$

Тоді питомі витрати повітря на добу потужність становитимуть:

$$V_{\text{пит.доб}} = 977,34 \cdot 7 = 6841,38 \text{ м}^3/\text{год}$$

Оскільки в камеру надходить суміш свіжого і відпрацьованого повітря, її питому ентальпію розраховують як середньозважену величину питомих ентальпій.

Питома ентальпія свіжого повітря  $h_{\text{св}}$  становитиме :

$$1,005 \cdot 25 + 1,88 \cdot 25 \cdot 0,02048 \cdot 0,6 + 2500 \cdot 0,02048 \cdot 0,6 = 56,4 \text{ кДж/кг}$$

Питома ентальпія рециркуляційного повітря  $h_p$  становить:

$$1,005 \cdot 15 + 1,88 \cdot 15 \cdot 0,01086 \cdot 0,85 + 2500 \cdot 0,01086 \cdot 0,85 = 38,4 \text{ кДж/кг}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					43

Питома ентальпія суміші повітря, що надходить у камеру  $h_{\text{вх}}$  дорівнює:

$$0,33 \cdot 56,42 + 0,67 \cdot 38,41 = 44,35 \text{ кДж/кг,}$$

а його температура становить:

$$0,33 \cdot 25 + 0,67 \cdot 15 = 18,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

Питома ентальпія кондиціонованого повітря  $h_{\text{к}}$  дорівнює:

$$1,005 \cdot 13 + 1,88 \cdot 13 \cdot 0,00951 \cdot 0,99 + 2500 \cdot 0,00951 \cdot 0,99 \\ = 36,8 \text{ кДж/кг}$$

Тоді теплове навантаження на камеру  $Q_{\text{к}}$  становить:

$$Q_{\text{к}} = 6841,38 \cdot (44,35 - 36,8) = 51652,42 \text{ кДж}$$

У камері кондиціонування охолоджувальна вода і повітря рухаються то під кутом  $90^\circ$  (перехресний рух), або протитечею. Середню різницю температур між водою і повітрям визначаємо, як середню логарифмічну у разі протитеч:

$$18,3 \rightarrow 13 \text{ }^\circ\text{C}; \Delta t_{\text{г}} = 18,3 - 12 = 6,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$12 \leftarrow 9 \text{ }^\circ\text{C}; \Delta t_{\text{м}} = 13 - 9 = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

де 9 і 12 – температура охолоджувальної води відповідно на вході і на виході з камери.

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{\Delta t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{м}}}{2,3 \cdot \log \frac{\Delta t_{\text{г}}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{6,3 - 4}{2,3 \cdot \log \frac{6,3}{4}} = 5,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

Величину коефіцієнта об'ємної тепловіддачі з достатньою точністю можна прийняти такою, яка становить  $\alpha = 4190 \text{ кДж/(м}^3 \cdot \text{год} \cdot \text{К)}$ .

Об'єм камери кондиціонування  $V_{\text{к}}$  становить:

$$V_{\text{к}} = \frac{Q_{\text{к}}}{\Delta t_{\text{сер}} \cdot \alpha} = \frac{51652,42}{5,1 \cdot 4190} = 2,42 \text{ м}^3$$

Швидкість повітря в камері за технологічних вимог має становити 2,3...3,3 м/с. Якщо прийняти її такою, що дорівнює 2,5 м/с, то площа поперечного перетину камери  $F$  буде становити:

$$F = \frac{51652,42}{3600 \cdot 2,5} = 5,74 \text{ м}^2$$

**Вентилятор.** Вентилятор підбираємо по витраті повітря  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$L = V_{\text{пит}} \cdot M_{\text{доб}}$$

де  $M_{\text{доб}}$  – добовий вихід свіжопророслого солоду;  $V_{\text{пит}}$  – питома витрата повітря на пророщування 1 тони жита, середньо розрахована. Беремо  $V_{\text{пит}}$  з розрахунку  $26796,5 \text{ м}^3$  на 1 тону жита. З врахуванням коефіцієнту нерівномірності продування максимальна питома витрата становить:

$$V_{\text{пит}} = \frac{26796,5 \cdot 2,3}{4} = 15407,99 \text{ м}^3/\text{год}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	44

де: 2,3 – коефіцієнт нерівномірності пророщування ( для індивідуальних камер кондиціонування; 4 – число діб пророщування;

Тоді:

$$L = 15407,99 \cdot 279 = 44290661,31 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаю встановлення 3 промислових вентиляторів ВР 287-46.

**Калорифер.** Обираю електричний калорифер СФО з потужністю 70 кВт.

**Байпас.** Обрано встановлення байпасу ВWT MULTIBLOCK INLINE 1.

Специфікація технологічного обладнання наведена в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

**Специфікація технологічного обладнання**

№	Найменування обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність, кВт	Марка
1	Норія для жита	3	Q = 23,6 т/год	–	НКЗ-25
2	Стрічковий транспортер	6	Q = 8...25 т/год, Розміри: 1220×930×1440	–	ТБ30-15
3	Шнековий транспортер	1	–	від 2,2 кВт	ШТ 273
4	Ваги автоматичні	1	–	–	Д-100-3
5	Бункер для зерна	1	V = 46,7 м <sup>3</sup>	–	СЗК45.45В
6	Бункер для солоду	2	V = 95,95 м <sup>3</sup>	–	БН-3000
7	Повітряно-ситовий сепаратор	1	135×141	1,1	ПСО-100
8	Магнітний сепаратор	1	100×110	–	MZ-250
9	Каменевідбірник	1	2×800×1290	–	UN-TA 120-С
10	Барабанный апарат для виробництва солоду	2	V <sub>к</sub> = 41,54 м <sup>3</sup> 5000×3500×1500	–	–
11	Камера кондиціонування	2	V <sub>к</sub> =58,6 м <sup>3</sup> , Розміри: 4800×8200×4500	–	–
12	Вентилятор	2	914×838×1007	30 кВт	ВР 287-46
13	Калорифер	2	102×202	70 кВт	СФО-70Д
14	Байпас	2	D = 320 мм	–	ВWT MULTIBLOCK INLINE 1
15	Шнек	2	Q = до 15 т/год	–	ЗПП-6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					45

## 8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

### 8.1 Основи системи управління якістю та безпекою харчової продукції

Законодавство України, що регулює безпеку та якість харчових продуктів, базується на Конституції України. Його основу складають три ключові закони:

а) «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів»;

б) «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин»;

в) «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів»

Окрім цих законів, до законодавства також входять інші нормативно-правові акти, прийняті відповідно до зазначених вище документів.

Аналіз небезпечних факторів і критичні контрольні точки (англ. H – Hazard – небезпека, A – Analysis – аналіз, and – і, C – Critical – критичні, C – Control – контрольні, P – Point – точок – НАССР) – це система управління безпекою харчових продуктів, яка є превентивною. Вона передбачає аналіз ризиків та небезпечних факторів, а також визначення критичних контрольних точок. Ця система базується на наукових та технічних принципах і застосовується на всіх етапах життєвого циклу харчових продуктів: від вирощування сировини до споживання, включаючи виробництво, транспортування, зберігання та реалізацію.

Система НАССР – це не окрема програма, а інтегрована частина загальної системи управління підприємством. Вона ґрунтується на вже існуючих правилах належної виробничої практики (GMP) та належної гігієнічної практики (GHP), які формують її документальну основу. Цю структуру можна уявити у вигляді "піраміди", яка подана на рис.8.1, системи НАССР, де GMP/GHP є її фундаментом [20].

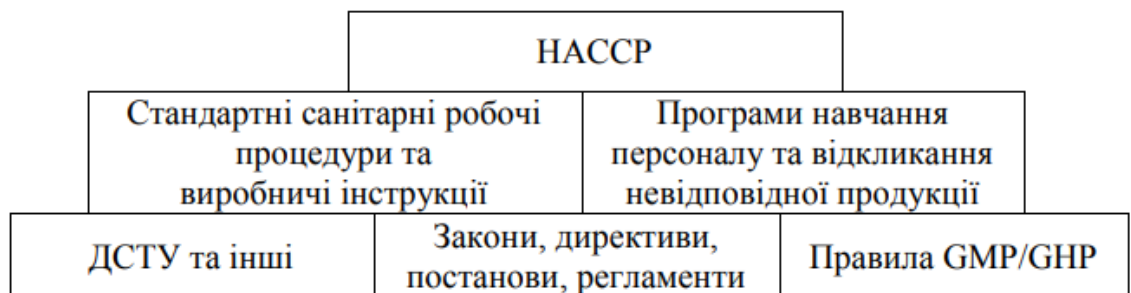


Рисунок 8.1 – «Піраміда» системи НАССР

Впровадження системи НАССР під час виробництва житнього солоду є важливим етапом забезпечення харчової безпеки. Ця система дозволяє виявити та контролювати потенційно небезпечні чинники на всіх етапах виробництва. Завдяки НАССР можна попередити забруднення солоду мікроорганізмами, токсинами чи сторонніми домішками. Вона сприяє дотриманню санітарно-гігієнічних норм і міжнародних стандартів якості. Система підвищує довіру споживачів до продукції та полегшує вихід на зовнішні ринки. НАССР також допомагає зменшити виробничі втрати та оптимізувати технологічні процеси. Загалом, впровадження цієї системи забезпечує стабільну якість житнього солоду та захист здоров'я споживачів.

У таблиці 8.1 подано можливу ідентифікацію небезпек під час виробництва житнього солоду.

Таблиця 8.1

### Ідентифікація небезпек під час виробництва житнього солоду

Небезпечний фактор	Контролюється в
Сировина та матеріали, інгредієнти	
Сторонні домішки, наприклад пісок або земля	У воді
Сторонні домішки, наприклад пісок, земля, каміння, магнітні домішки, домішки зерна іншого виду	У житі
Надмірна концентрація гашеного вапна	У гашеному вапні
Етапи виробничого процесу	
Сторонні домішки, каміння, пил	Під час процесу очищення, сортування зерна та видалення каміння на камінневідбирниках
При використанні мийних розчинів або неякісної води можливе накопичення шкідливих речовин у зерні	Під час миття зерна
Надмірна або недостатня кількість гашеного вапна	Під час замочування зерна
Утворення плісняви	Під час пророщування, ферментації та сушіння солоду
Деформування зерен	Під час сушіння
Неправильні параметри зберігання	Під час зберігання готового солоду

## 8.2 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення

Технохімічний і мікробіологічний контроль[7] наведено у табл. 8.2

Таблиця 8.2

### Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва житнього солоду

Об'єкт контролю	Місце відбору	Контрольований показник (одиниця виміру)	Метод контролю	Норма або технічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Жито ДСТУ 4522:2006	З засобів доставки на завод	Відбір зразків	ГОСТ 13586.3	З урахуванням сорту житв, області вирощування та району	3 кожного автотранспорту, причепу	Інженер-хімік
		Органолептичні показники	ГОСТ 10967	Властивий здоровому зерну нормальний запах (без затхлого, солодового, пліснявого, сторонніх запахів) та колір		Інженер-хімік
		Вологість, % не більше	Згідно ГОСТ 13586.5-, або іншим атестованим методом	14,5		Інженер-хімік
	Силос, завалний бункер, засіб доставки на завод	Натура, г/л, не менше	ГОСТ 10840	I кл. – 700; II кл. – 680; III кл. – 660; IV кл. – не обмежено.		Інженер-хімік

Продовження таблиці 8.2

1	2	3	4	5	6	7
		Смітна домішка, % не більше	ГОСТ 30483	I кл. – 2,0; II кл. – 2,0; III кл. – 2,0; IV кл. – 5,0.	Середній зразок автотранспорту і причепу, або партії (вагою 5...10 т)	Інженер-хімік
		Зернова домішка, % не більше	ГОСТ 30483	I кл. – 4,0; II кл. – 6,0; III кл. – 6,0; IV кл. – 15,0.		
		Зараженість шкідниками	ГОСТ 13586.4	Не допускають заражування зерна жита, крім зараження кліщем не вище II ступеня		
		Число падіння, с	ГОСТ 27676, ГОСТ 30498	I кл. – понад 200; II кл. – 200...141; III кл. – 140...80; IV кл. – не обмежено.		
Жито, що поступає на замочування	Апарат для виробництва солоду	Вологість	Згідно ГОСТ 13586.5-93	14,5%	Кожна замочка	Інженер-хімік
		Температура води	–	10...12 °С		
		Ступінь замочування		30...35 %		

## Закінчення таблиці 8.2

1	2	3	4	5	6	7
Жито, що поступає на пророщування	Апарат для виробництва солоду	Температура кондиційованого повітря	–	16...20 °С	Не менше 1 разу за добу	Інженер-хімік
		Температура в шарі солоду		10...14 °С	Не менше 1 разу за добу	
		Вологість свіжопрослого солоду		47...49 %	Не менше 1 разу за добу	
Жито, що поступає на ферментацію	Апарат для виробництва солоду	Температура кондиційованого повітря	–	55...60 °С	Не менше 1 разу за добу	Інженер-хімік
		Вологість свіжопрослого солоду		50...55 %	Не менше 1 разу за добу	
Жито, що поступає на сушіння	Апарат для виробництва солоду	Температура сушильного агента	–	60...90 °С	Не менше 1 разу за добу	Інженер-хімік
		Вологість висушеного солоду		5...8 %	Не менше 1 разу за добу	
Готовий солод	Бункер готового солоду	Масова частка вологи, %, не більше в зернах	ТУ У 11.0-43041485-001:2023	8	Кожну партію	Інженер-хімік
		Якість помелу		Прохід без залишку через сито з номінальним розміром отворів 1000 мкм		
		Масова частка екстракту в сухому солоді, %, не менше		80		
		Тривалість оцукрювання, хв., не більше ніж		30		

Метрологічне забезпечення наведено у табл. 8.3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## Метрологічне забезпечення підприємства

№	Стадії контролю	Найменування заходів вимірювання	Межі вимірювання
1	Визначення вологості зерна жита	Шафа сушильна електрична СЕШ-3М, ваги лабораторні Axis, бюкси, ексикатор	Не більше 14,5%
2	Визначення запаху і смаку солоду в гарячій витяжці	Млин лабораторний, ваги лабораторні, термометр, стакан хімічний, електроплита	Запах: властивий даному типу солоду. Не допускаються – запах гнилі і плісняви. Смак: для неферментованого солоду солодкуватий, для ферментованого кислосолодкий, нагадує смак житнього хліба.
3	Визначення масової частки екстракту в сухому солоді: 1. при гарячому екстрагуванні; 2. при гарячому екстрагуванні з витяжкою з ячмінного солоду; 3. при холодному екстрагуванні.	1. Млин лабораторний тонкого помелу, набір сит, аналітичні ваги Axis, водяна баня, пікнометр 2. Млин лабораторний тонкого помелу, набір сит, аналітичні ваги Axis, водяна баня, пікнометр 3. Млин лабораторний тонкого помелу, набір сит, аналітичні ваги Axis, пікнометр	1. Неферментований солод – не менше 80% 2. Ферментований солод – не менше 80% Ферментований солод Екстра – не менше 84% 3. Ферментований солод – не менше 30% Ферментований солод Екстра – не менше 35%
4	Визначення тривалості оцукрювання	Мішалка, пластинка скляна	Неферментований солод – не більше ніж 30 хв
5	Визначення кислотності солоду	Бюретка, колба, мішалка	Неферментований солод – не більше 17 к.од. Ферментований солод – від 25,0 до 34,9 к.од. Ферментований солод Екстра – від 35,0 к.од. і вище
6	Визначення колірності	Спектофотометр ULAB 102UV, кювети	Неферментований солод – не більше 3 кл.од. Ферментований солод – від 7,0 до 16,0 кл.од. Ферментований солод Екстра – від 12,0 і вище
7	Масова частка вологи у готовому солоді	Шафа сушильна з терморегулятором, млин лабораторний, ваги лабораторні, бюкси металеві, ексикатор	Не більше 8 %

## 9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Ресурсозбереження – це не лише скорочення відходів і втрат. Це фундаментальний елемент науково-технічного прогресу (НТП), що створює екологічний, соціальний та економічний ефект завдяки раціональному використанню ресурсів.

Суть ресурсозберігаючої діяльності полягає в комплексному підході до ресурсів, мінімізації втрат та максимальному залученні вторинних матеріалів та енергії в господарський обіг. Важливо пам'ятати, що ринкові механізми самі по собі не гарантують стимулювання ресурсозберігаючих процесів в економіці.

Без цілеспрямованої національної політики у сфері ресурсозбереження неможливо досягти позитивних результатів у сталому та раціональному використанні природних ресурсів. Це особливо актуально для такої чутливої галузі, як сільське господарство.

Світова харчова промисловість нині рухається шляхом біоекологізації виробництва, широко впроваджуючи біотехнології та мінімізуючи техногенний вплив. У цьому контексті ресурсозбереження в харчовій промисловості виконує три ключові функції:

а) економічна функція: передбачає зниження питомих витрат ресурсів та максимізацію прибутку за рахунок збільшення обсягів продажів продукції, навіть якщо ціни при цьому знижуються;

б) соціальна функція: полягає у задоволенні потреб суспільства в якісних продуктах харчування за доступними цінами;

в) екологічна функція: орієнтована на перехід до раціонального природокористування та оптимізацію навантажень на навколишнє середовище шляхом сталого відтворення ресурсів і впровадження безвідходних технологічних процесів [14].

Відходи та викиди під час виробництва житнього солоду наведено у таблиці 9.1

Таблиця 9.1

### Відходи та викиди під час виробництва житнього солоду

Найменування відходів і викидів	Агрегатний стан	Використання або утилізація
Сплав	Тверда речовина	Спалювання для отримання тепла; використання як палива

## Продовження таблиці 9.1

Вода, що використовується під час миття, змочування	Рідина	Після відповідної обробки (наприклад, фільтрації, дезінфекції) частину замочувальної води можна використовувати для попереднього зволоження наступних партій зерна; для попереднього миття чанів для замочування
Діоксид вуглецю (CO <sub>2</sub> )	Газ	Збір і повторне використання CO <sub>2</sub>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

## 10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Для зменшення загроз та ризиків негативного впливу небезпечних і шкідливих факторів на здоров'я та життя працівників, роботодавець зобов'язаний:

а) забезпечити функціонування системи управління охороною праці згідно зі статтею 13 Закону України "Про охорону праці";

б) розробити та впровадити методики ідентифікації небезпек та оцінювання ризиків на всіх етапах виробничих процесів та робочих місць. При цьому необхідно визначити можливий негативний вплив шкідливих факторів на працівників, а також шляхи та методи їхнього зниження до прийняттого соціально обґрунтованого та економічно досяжного рівня;

в) регулярно переглядати ідентифікацію небезпек та оцінку ризиків щоразу, коли з'являються або виявляються нові джерела небезпек, до того, як вони зможуть негативно вплинути на працівників;

г) затверджувати внутрішні нормативні акти з охорони праці, дотримуючись Порядку, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 21.12.1993 № 132 (зареєстровано в Мінюсті 07.02.1994 за № 20/229);

д) розробляти та затверджувати інструкції з охорони праці, відповідно до вимог Положення, затвердженого наказом Комітету по нагляду за охороною праці від 29.01.1998 № 9 (зареєстровано в Мінюсті 07.04.1998 за № 226/2666, НПАОП 0.00-4.15-98);

е) вести журнал реєстрації нарядів-допусків для робіт з підвищеною безпекою;

є) розробляти та затверджувати функціональні обов'язки та права працівників щодо організації та забезпечення безпеки праці на підприємстві;

ж) забезпечувати проведення навчання та перевірку знань з питань охорони праці для всіх працівників підприємства. Це має відбуватися відповідно до вимог Типового положення, затвердженого наказом Держкомнаглядохоронпраці від 26 січня 2005 року № 15 (зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15 лютого 2005 року за № 231/10511, НПАОП 0.00-4.12-05).

Для зниження небезпек та ризиків негативного впливу шкідливих факторів на здоров'я та життя працівників, роботодавець також зобов'язаний створити на підприємстві службу охорони праці відповідно до вимог Закону України "Про охорону праці" та Типового положення про службу охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 15 листопада 2004 року № 255, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 01 грудня 2004 року за № 1526/10125. Крім того,

Заходи щодо організації безпечних  
умов праці на виробництві

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

необхідно забезпечити безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд.

Важливо також, що класифікація приміщень та будівель за категоріями електробезпеки, вибухо- та пожежонебезпеки на підприємстві проводиться відповідно до Правил будови електроустановок, електрообладнання спеціальних установок, затверджених наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 21 червня 2001 року № 272 (НПАОП 40.1-1.32-01).

Для забезпечення безпеки на підприємстві, територію необхідно утримувати в чистоті та безпечному стані. Взимку її слід очищати від снігу та льоду, а також посипати протиковзаючими. У суху пору року важливо проводити заходи для боротьби з пилом.

Крім того, плани локалізації та ліквідації аварій (ПЛАС) розробляються та затверджуються відповідно до статей 10, 11 Закону України "Про об'єкти підвищеної небезпеки".

Забороняється залучати неповнолітніх до робіт, визначених у Переліку важких робіт та робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, затвердженому наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31 березня 1994 року № 46, зареєстрованому в Міністерстві юстиції України 28 липня 1994 року за № 176/385.

Для забезпечення безпеки, необхідно розробити перелік місць та способів встановлення знаків безпеки праці, щоб позначати небезпечні зони. Також слід визначити місця, споруди та пристрої, що вимагають попереджувального фарбування, та забезпечити його виконання. Ці заходи мають відповідати Технічному регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2009 року № 1262.

Щодо куріння та приймання їжі, це дозволено лише у спеціально відведених місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства. Такі місця повинні бути позначені відповідним знаком або написом та обладнані урною або попільницею з негорючих матеріалів [10].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі описано проект солодового заводу потужністю 50 тис. т солоду на рік з впровадженням новітніх технологічних прийомів з асортиментом продукції: 55 % неферментованого і 45 % ферментованого житнього солоду.

Після аналізу різних методів виробництва житнього ферментованого та неферментованого солоду, а також різного обладнання, було прийнято рішення використовувати апарат, розроблений у Національному університеті харчових технологій. Його головною перевагою є те, що всі технологічні процеси — промивка зерна, відділення сплаву, замочування, пророщування, ферментація та сушка – відбуваються в одному робочому об'ємі. Це сприяє покращенню якості готової продукції та зниженню загальних енерговитрат.

Для дезінфекції пропонується використання перекису водню через його потужні окисні властивості, які ефективно знищують бактерії, грибки та віруси, запобігаючи розвитку плісняви і мікотоксинів. Крім того, він є безпечним і екологічним засобом, оскільки розкладається на воду та кисень, не залишаючи шкідливих речовин.

В якості прискорювача пророщування використовується додавання гіберлінової кислоти в останню воду для замочування оскільки вона стимулює активізацію ферментів, які розщеплюють запасні речовини ендосперму, забезпечуючи енергію для росту проростка.

Також в роботі наведено нормативні документи, яким повинна відповідати готова продукція, сировина та допоміжні матеріали. Проведено продуктові розрахунки, розрахунки та підбір обладнання.

Розглянуто та наведено схему технохімічного і мікробіологічного контролю процесу виготовлення житнього солоду, що забезпечує контроль якості під час процесу і дає змогу виготовляти якісний та безпечний продукт.

Описано заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві житнього солоду.

Усі запропоновані заходи дозволяють отримати високоякісний продукт, що відповідає вимогам нормативної документації та максимально зберегти природні ресурси.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Барабанні солодовні. Режим доступу: [https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv\\_26/page12.html](https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_26/page12.html) (дата звернення 15.05.2025)

2. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 12.05.2012 р]. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).

3. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2015-01-02]. Київ: Держспоживстандарт України, 2014. 33 с.

4. ДСТУ 4522:2006 Жито. Технічні умови. Зі Зміною № 1 та Поправкою (ПС № 4-2007). [Чинний від 2007-01-07]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 18 с.

5. Карпутіна М. В. Загальні харчові технології. Модуль 3. Технологія виробництва напоїв [Електронний ресурс] [Текст] : конспект лекцій для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 162 "Біотехнологія та біоінженерія" освіт.-проф. програми "Біотехнології: фармацевтична, промислова, харчова, природоохоронна" ден. форми навч. / М. В. Карпутіна, А. М. Куц, Ю. В. Булій ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2023. — 139 с(№ 64.138-2023)

6. Куц А. М., Булій Ю. В., Карпутіна М. В. Комплексна дисципліна. Харчові технології. Модуль 6. Технології продуктів бродіння і виноробства [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освіт. ступ. "бакалавр" спеціальності 181 "Харчові технології" освітньо-професійних програм "Харчові технології та інженерія" та "Технологічна експертиза та безпека харчової продукції" денної та заочної форм навч. Київ: НУХТ, 2023. 323 с. (№ 64.140-2023)

7. Мелетьєв, А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. / Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. // за ред. А.Є. Мелетьєва. – Вінниця: Нова Книга, 2007. – 392 с.

8. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології», освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм здобуття освіти [Електронний ресурс] / О.В. Кочубей-Литвиненко, А.Г. Пухляк, В.Г. Юрчак, Г.О. Сімахіна, Н.О. Стеценко, А.М. Куц, В.І. Бабенко, Є.І. Харченко, О.І. Гаїцук, Н.А. Гусятинська, С.Й. Крижанівський Т.Т. Носенко - К.: НУХТ, 2024. - 62 с.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

9. Мукоїд Р.М. Технології продуктів спиртового бродіння. Модуль 1. Технологія пива [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм здобуття освіти / Р.М. Мукоїд, А.М. Куц. - Київ: НУХТ, 2024, 278 с(№ 64.164-2024)

10. Наказ Міністерства соціальної політики України «Про затвердження Правил охорони праці для працівників виробництва солоду, пива та безалкогольних напоїв». [Електронний ресур.]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0633-17#n13> (дата звернення 25.05.2025)

11. Патент на винахід № 88341 С2 С12С 1/00 (2006.09). АПАРАТ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФЕРМЕНТОВАНИХ СОЛОДІВ/ А.І. Українець, Н.О. Ємільянова, І.М. Неретін, І.Є. Пехтерев, С.І. Потапенко, Р.М. Мукоїд, В.І. Сташейко. – а200707144; заявл. 25.06.2007; опубл. 12.10.2009 Бюл.№ 19, 2009 р

12. Перекис водню. Режимдоступу: <https://www.agrohimprom.com/perekys-vodnyu> (дата звернення 19.05.2025 )

13. Ресурсозберігаючі технології продовольчих та непродовольчих товарів. Режим доступу: [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/685507/mod\\_resource/content/1/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%203.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/685507/mod_resource/content/1/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%203.pdf) (дата звернення: 20.05.2025).

14. Солодовня з пересувною грядкою. Режим доступу: [https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv\\_26/page16.html](https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_26/page16.html) (дата звернення 19.05.2025)

15. Стимулятор росту рослин - гіберелінова кислота GA3. Режим доступу: <https://ua.bestplanthormones.com/info/plant-growth-promoter-gibberellic-acid-ga-81088338.html> (дата звернення 20.05.2025)

16. Технології продуктів спиртового бродіння. Модуль 1. Технологія пива [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання курсової роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, В.М. Кошова, В.Л. Прибильський, З.М. Романова, Б.І. Хіврич. — К.:НУХТ, 2019. — 117 с.

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

18. Технологічні особливості сушіння житнього ферментативного солоду/ Ю.О. Чурсінов, О.С. Ковальова, Д.В. Філіпенко, В.В. Петровенко. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2015, №1. С.144 – 152

19. ТУ У 11.0-43041485-001:2023 Солод житній сухий ферментований та неферментований. [Чинний від 05-04-2023]. Київ: Держспоживстандарт України, 2023.28с. (Технічні умови України).

20. Усатюк С.І. Основи управління якістю та безпекою харчових продуктів. Модуль 2. НАССР і системи управління безпекою харчової продукції [Електронний ресурс] [Текст] : конспект лекцій для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 181 "Харчові технології" освіт.-проф. програми "Технологічна експертиза та безпека харчової продукції" ден. та заоч. форм навч. / С. І. Усатюк ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2023. – 271 с.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					59

**ДОДАТОК А**

**Ministry of Education and Science of Ukraine**

**National University of Food Technologies**

---

**91<sup>th</sup>  
International scientific conference  
of young scientist and students**

**"Youth scientific achievements  
to the 21st century nutrition  
problem solution"**

**April, 7–11 2025**

**Part 1**

---

**Kyiv, NUFT, 2025**

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

---

**91-а**  
**Міжнародна наукова**  
**конференція молодих учених,**  
**аспірантів і студентів**

**"Наукові здобутки молоді –**  
**вирішенню проблем**  
**харчування людства у ХХІ**  
**столітті"**

**7–11 квітня 2025 р.**

**Частина 1**

---

**Київ НУХТ 2025**

## **Зміст**

1. Technology of functional ingredients and new food.....	7
2. Foodstuff expertise .....	36
3. Technology of bread, pastry, pasta and food concentrates .....	82
4. Grain processing technology .....	112
5. Technology of sugars, polysaccharides and water treatment.....	130
6. Technology of fermentation and wine.....	149
7. Technology of preservation .....	179
8. Technology of meat and meat products.....	198
9. Technology of milk and dairy products.....	248
10. Technology of fats and perfumery-cosmetic products .....	267
11. Ecology and sustainable development .....	280
12. Biotechnologies and bioengineering.....	303

## **Content**

1. Технологія функціональних інгредієнтів та нових харчових продуктів.....	7
2. Експертизи харчових продуктів.....	36
3. Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів.....	82
4. Технологія переробки зерна.....	112
5. Технології цукру, полісахаридів і підготовки води.....	130
6. Технологія продуктів бродіння і виноробства.....	149
7. Технологія консервування.....	179
8. Технологія м'яса і м'ясних продуктів.....	198
9. Технологія молока і молочних продуктів .....	248
10. Технологія жирів та парфумерно-косметичних виробів.....	267
11. Екологія і сталий розвиток .....	280
12. Біотехнології та біоінженерія.....	303

# Section 6

## **Technology of fermentation and wine**

**Chairperson – professor Vitalii Prybylskyi**  
**Secretary – Daria Yeremenko**

# Секція 6

## **Технології продуктів бродіння і виноробства**

**Голова – професор Віталій Прибильський**  
**Секретар – Дар'я Єременко**

## 25. Від зерна до столу: трансформація житнього ферментованого солоду в універсальну харчову сировину

Софія Сказько, Віктор Майборода, Роман Мукоїд  
*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Харчова промисловість постійно шукає ефективні рішення для створення продуктів. Одним з таких є житній ферментований солод, який завдяки унікальним властивостям набирає популярності в різних галузях.

**Результати.** Макроелементний профіль жита подібний до інших зернових, містить різну концентрацію клітковини, крохмалю і білка. У порівнянні з пшеницею, жито містить менше крохмалю і сирого протеїну, але більше клітковини і вільних цукрів. Насичений колір житнього солоду відображається на кінцевому продукті, в результаті чого виходить особливе, приємне, темне верхове ферментоване пиво.

У пивоварінні житній солод використовується для модифікації смакового профілю пива шляхом додавання глибини та нюансів до солодових характеристик. У сортах PaleAle та IPA він сприяє підтримці гіркоти та хмелевого характеру. Високий вміст  $\beta$ -глюкану в житньому солоді зумовлює підвищення в'язкості суслу та пива, що позитивно впливає на структуру, смак продукту, стабільність піноутворення[3].

Хлібопекарське виробництво використовує житній ферментований солод при виробництві житньо-пшеничних і житніх сортів хліба. Мета його використання полягає в покращенні ароматичних та смакових властивостей готових виробів і формуванні приємного коричневого кольору м'якшу хліба. [4].

Додавання житнього солоду до житнього борошна може ефективно збільшити його амілазну активність. Кількість солоду, що додається, залежить від числа падіння борошна та його діастатичної сили. Внесення солоду призводить до зниження максимальної в'язкості тіста, модифікації процесів клейстеризації та деградації крохмалю, що, в свою чергу, покращує технологічні властивості тіста та його здатність до бродіння[2].

Крім того, житній ферментований солод є основною сировиною для виробництва концентрованого квасного суслу (ККС), хлібного квасу, солодових екстрактів. Квас – це слабоалкогольний напій, популярний у Східній Європі [1].

**Висновки.** Житній ферментований солод, завдяки своїм унікальним властивостям та багатому хімічному складу, займає важливе місце в сучасній харчовій промисловості. Він є універсальним інгредієнтом, що знаходить застосування у виробництві різноманітних продуктів харчування.

### Література

1. Carobkibblesasanalternativerawmaterialforproductionofkvasswithprobioticpotential / Polanowska, K., Varghese, R., Kuligowski, M., & Majcher, M. Journalofthescienceoffoodandagriculture. 2021
2. Impactof Rye Maltwith Various Diastatic Activityon Wholegrain Rye Flour Rheology and Sugar Formationin Scaldingand Fermentation Processes / Murniece, R.; Reidzane, S.; Radenkova, V.; Matisons, та ін. Foods 2024, 13, 2077
3. Mattdelfiaco. Impactryema lthasonameric an paleale. Режим доступу: <https://brulosophy.com/2018/10/15/the-rye-malt-effect-exbeeriment-results/> (дата звернення 20.02.2025)
4. Production of ryemalt. Режим доступу: <https://grainrus.com/en/directions/proizvodstvo-syrua-dlya-khlebopecheniya/proizvodstvo-rzhanogo-soloda/> (дата звернення 19.02.2025)

## ДОДАТОК Б

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ**  
**І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових технологій  
та управління якістю продукції АПК



**ХІІІ МІЖНАРОДНА**  
**НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**  
**ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ**

«Наукові здобутки у вирішенні актуальних  
проблем виробництва та переробки сировини,  
стандартизації і безпеки продовольства»

**ЗБІРНИК ПРАЦЬ**

за підсумками  
ХІІІ Міжнародної науково-практичної  
конференції вчених, аспірантів і студентів

КИЇВ – 2025

3. Муштрук М. М. Перспективи виробництва дизельного біопалива з технічних тваринних жирів в Україні / М. М. Муштрук Ю.Г. Сухенко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. - К.: НУБіП, 2011. - № 62(ч. 2). - С. 315-318.

4. Mathew, G. M., Raina, D., Narisetty, V., Kumar, V., Saran, S., Pugazhendī, A., Binod, P. (2021). Recent advances in biodiesel production: Challenges and solutions. *Science of the Total Environment*, 794, 148751. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148751>

5. Madden, S., Alles, K., Demirel, Y. (2021). Measuring sustainability of renewable diesel production using a multi-criteria decision matrix. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 15(6), 1621-1637. <https://doi.org/10.1002/bbb.2272>

**УДК 663.439**

**Майборода В.Д., Сказько С.І.**, студенти бакалаврату

**Мукоїд Р.М.**, доцент к.т.н.

*Національний університет харчових технологій, м. Київ*

**Василів В.П.**, к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ*

### **ТРАНСФОРМАЦІЯ ЖИТНЬОГО СОЛОДУ: РОЗШИРЕННЯ ГОРИЗОНТІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Жито – традиційна культура України, яка з давніх часів сприяє здоров'ю людей. Як говорить народна мудрість: жито годує всіх, а пшениця – на вибір. Житні вироби є важливою частиною раціону для тих, хто хворіє на цукровий діабет або має непереносність глютену – пшеничного білка.

Жито вирізняється високою поживною цінністю, оскільки є джерелом вітамінів та незамінних амінокислот. Відмінною особливістю жита порівняно з пшеницею, ячменем та більшістю інших зернових є значний вміст водо- та солерозчинних білків, збагачених незамінною амінокислотою – лізином [1].

Житній солод – це продукт, отриманий у результаті замочування, пророщування, ферментації та висушування зерна жита, який використовується у харчовій промисловості для покращення смаку, кольору та аромату виробів, а також для збагачення їх корисними речовинами. Він буває ферментованим та неферментованим.

Зважаючи на поживні та смакові властивості, житній солод зазвичай надає пиву приємний смак і темний відтінок, а також підвищує його

каламутність. Різноманітні види житнього солоду, доступні на ринку, додають напою пряні та терпкі нотки [2].

Наприклад, у таких сортах, як Pale Ale та IPA, він допомагає зберегти баланс гіркоти та підкреслити хмелевий характер. Завдяки високому вмісту  $\beta$ -глюкану житній солод підвищує в'язкість суслу та готового напою, що позитивно впливає на його текстуру, смакові властивості та стабільність піни [3].

Використання житнього зерна в пивоварінні обумовлене його виразним характером, а також високим вмістом біоактивних сполук, зокрема фенольних кислот і лігнанів. У порівнянні з ячмінним, житній солод містить більше екстракту та ферментів, що сприяють розщепленню крохмалю, зокрема  $\alpha$ -амілази. Завдяки цим властивостям його часто комбінують з іншими солодовими зерновими для підвищення частки екстракту, що зброджується.

Додавання житнього солоду до житнього борошна сприяє підвищенню його амілазної активності. Кількість солоду визначається числом падіння борошна та його діастатичною силою. Введення солоду зменшує максимальну в'язкість тіста, впливає на процеси клейстеризації та розщеплення крохмалю, що покращує технологічні характеристики тіста та його бродильні властивості [4].

Сьогодні виробництво пастеризованого солодового молока стає дедалі популярнішим. Додавання житнього солоду збагачує молоко вуглеводами, вітамінами та ферментами. Це надає напою характерні органолептичні властивості, зокрема солодкуватий смак і виразний солодовий відтінок [5].

#### **Висновок**

Житній солод має високі поживні властивості та біоактивність, що робить його важливим інгредієнтом у харчовій промисловості. Він збагачує смак та аромат пива, покращує текстуру та стабільність піни, а також оптимізує технологічні властивості тіста в хлібопеченні. Крім того, житній солод активно використовується у виробництві молочних продуктів, зокрема пастеризованого солодового молока. Розширення його застосування сприяє створенню нових корисних продуктів і підвищенню якості харчових виробів.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

2. Жито озиме як круп'яна культура. Режим доступу: <https://agroelita.info/zhyto-ozyme-yak-krupyana-kultura/> (дата звернення 28.03.2025)
3. Cadenas, R.; Caballero, I.; Nimubona, D.; Blanco, C.A. Brewing with Starchy Adjuncts: Its Influence on the Sensory and Nutritional Properties of Beer. *Foods* 2021, 10, 1726.

4. Matt del fiacco. Impact rye malt has on american pale ale. Режим доступу: <https://brulosophy.com/2018/10/15/the-rye-malt-effect-exbeeriment-results/> (дата звернення 28.03.2025)

5. Impact of Rye Malt with Various Diastatic Activity on Wholegrain Rye Flour Rheology and Sugar Formation in Scalding and Fermentation Processes / Murniece, R.; Reidzane, S.; Radenkovs, V.; Matisons, та ін. Foods 2024, 13, 2077

6. Malt use to increase biological value of drinking milk / Melech T.N., Turchin I.M., Slivka N.B., Myhaylytska O.R. LNUVM and BT name S.Z.Hzhytskoho, tome 16 №2 (59), part 4, 2014.

**УДК 664.951.4**

**Макарчук В.П.**, студентка НУБіП України

**Жеплінська М.М.**, к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ*

### **ПРОЦЕСНЕ ОФОРМЛЕННЯ РИБНИХ КОНСЕРВІВ У ЄВРОПЕЙЦІВ**

Консерви з тунця, сардин і скумбрії найпопулярніші серед французів. За даними опитування CSA, три чверті населення споживають її принаймні раз на тиждень. Загалом 88% з них відкривають консервну банку раз на місяць.

Консерви з риби можна споживати як основну страву або використовувати в роді інгредієнтів для салатів, пирогів, бутербродів чи пасти. Серед них лідирує тунець, який згідно з даними 2015 року, було вжито 103 951 тони, що становить 70,3% від обсягів консервованих морепродуктів [1].

Основними споживчими ринками консервованих сардин є Франція та Іспанія. Хоча варто зазначити що в Португалії, де знаходиться виробництво консервів з сардин найважливіше у Європейському Союзі, місцеві надають перевагу свіжим сардинам. Виділяють 3 види консервованих сардин: сардини в олії, в оливковій олії та в томаті.

Технологічне обладнання з виробництва рибних консервів включає: машини для нарізки риби на рівні частини та дозування; наповнювачі тари; апарати герметичного закупорювання банок; апарати термічного оброблення (автоклави) [2].

Процес консервування риби складається з кількох послідовних етапів: приймання та підготовка рибної сировини; дефростація та миття; відокремлення луски, плавців, голови; поділ на порції в дискових риборізках; соління; видалення надлишків розсолу та води; паніровка;

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України



# ДИПЛОМ

## ПЕРШОГО СТУПЕНЮ

нагороджується

*Сказько Софія*

учасник XIII Міжнародної Науково-практичної конференції  
вчених, аспірантів і студентів «НАУКОВІ ЗДОБУТКИ У  
ВИРІШЕННІ АКТУАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ВИРОБНИЦТВА ТА  
ПЕРЕРОБКИ СИРОВИНИ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ І БЕЗПЕКИ  
ПРОДОВОЛЬСТВА»

Проректор з наукової  
роботи та інноваційної  
діяльності



Оксана ТОНХА

10-11 квітня 2025 року,  
м. Київ