

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 181 «Харчові технології»
освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»
на тему: **Проект солодоростильного відділення солодового заводу потужні-
стю 25 тис. т на рік з впровадженням ресурсозберігаючих технологій**

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

Кравчук Анастасія Василівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник

Бондар Микола Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

_____ Анастасія КРАВЧУК
(підпис)

Київ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступень – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології продуктів бродіння та виноробства

_____Анатолій КУЦ

21 березня 2022 року

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

_____Кравчук Анастасії Василівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект солодоростильного відділення солодового заводу потужністю 25 тис. т на рік з впровадженням ресурсозберігаючих технологій

Керівник роботи Бондар Микола Васильович, к.т.н., доцент

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 31 травня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Сировина для виробництва солоду: ячмінь пивоварний.

4. Передбачити виробництво світлого і темного солоду на солодовому заводі потужністю 25 тис. т на рік з впровадженням заходів по зменшенню витрат води при замочуванні.

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

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви- дав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 21 березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувачка

Анастасія КРАВЧУК

Керівник роботи, доцент

Микола БОНДАР

АНОТАЦІЯ

У даній кваліфікаційній роботі представлено проект солодоростильного відділення солодового заводу потужністю 25 тис. тон на рік із удосконаленням процесу замочування зерна. Проектом передбачається виробництво 80% світлого та 20% темного солоду.

Запропоновано використання, для дезінфекції сировини, поширений дезінфектант – гіпохлорит натрію (NaClO), серед переваг якого можна відзначити великий відсоток чистого активного хлору, стійкість і високу якість, простоту реакції та легке визначення необхідної дози, доступність і невимогливе зберігання.

Із відомих способів замочування даною кваліфікаційною роботою було відзначено і обрано повітряно-зрошувальний спосіб замочування. Серед його переваг потрібно відмітити те, що скорочуються витрати води в 2-3 рази порівняно з іншими способами та тривалість пророщування становить 5-6 діб.

Даною роботою передбачено використання сучасної конструкції апарату для миття та замочування, який обладнаний телескопічною трубкою для видалення сплаву. Ця трубка дозволяє значно зменшити кількість води, що подається на миття зерна, оскільки вона не підіймається вище певного рівня і перешкоджає накопиченню великої кількості води над шаром зерна. Сьогодні користується популярністю об'єднання процесів миття, дезінфекції та замочування в одному апараті для економії витрат води, енергоресурсів, а також втрат сировини, завдяки відсутності етапу транспортування вимитого та дезінфікованого зерна з одного апарату в інший.

Для збереження водних ресурсів запроваджено повторне використання відпрацьованої води після стадії миття та дезінфекції, при цьому потрібно враховувати, що не можна використовувати повторну першу замочну воду – вона містить, окрім механічних забруднень, змитих з поверхні зерна, дубильні і гіркі речовини, білкові частини оболонки, вилучені з ячменю інгібітори росту, що затримують пророщування. Третя замочна вода також дуже перенасичена з'єднаннями органічної природи, поліфенолами, екстрагованими із зерна, та застосованим стимулятором пророщування, тому її теж не рекомендується використовувати повторно. Лише другу замочну воду можна використовувати повторно в якості першої – в наступному циклі миття та замочування нової партії ячменю.

Для солодощення було обрано солодоростильний апарат круглого перерізу, що дає змогу зменшити час на загрузку та розгрузку апарату, зменшити використання води на гідротранспортування та зменшити час на вивантаження свіжопророслого солоду, а також зменшується травмування ростків під час вивантаження. Дана форма апарату забезпечує більший контакт повітря з пророщуваним матеріалом, що забезпечує більш рівномірне пророщування в порівнянні з іншими апаратами.

Ключові слова: ячмінь, солод, замочування, пророщування, ресурсозбереження, солодовня, замочна вода.

					АНОТАЦІЯ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

This project is dedicated to the malting department of the malting factory with a capacity of 25 thousand tons per year with the introduction of the resource conservation technologies. The project provide the production of 80% light and 20% dark malt.

It is proposed to use a common disinfectant for disinfection of raw materials - sodium hypochlorite (NaClO), among the advantages of which are a high percentage of pure active chlorine, stability and high quality, ease of response and easy determination of the required dose, availability and undemanding storage.

Of the known methods of soaking in this course project was marked and selected air-irrigation. Among its advantages it should be noted that water consumption is reduced by 2-3 times compared to other methods and the duration of germination is reduced to 5-6 days.

This course project provides for the use of a modern design of the washing and locking device, which is equipped with a telescopic alloy tube to remove the alloy. This tube can significantly reduce the amount of water supplied for washing grain, because it does not rise above a certain level and prevents the accumulation of large amounts of water over the grain layer. Today it is popular to combine the processes of washing, disinfection and soaking in one machine to save water, energy and raw materials, due to the lack of stage of transportation of washed and disinfected grain from one device to another.

To preserve water resources, reuse of waste water after the stage of washing and disinfection has been introduced, but it should be borne in mind that it is not possible to reuse the first soak water - it contains, in addition to mechanical contaminants washed from the grain surface, tannins and bitter substances, extracted from barley growth inhibitors that delay germination. The third soak water is also very saturated with compounds of organic nature extracted from grain, so it is also not recommended to reuse. Only the second soak water can be reused as the first - in the next cycle of soaking a new batch of barley.

A round pneumatic malting machine was chosen for malting, which allows to reduce the time for loading and unloading the device, reduce the use of water for hydraulic transportation and reduce the time for unloading fresh sprouted malt, as well as reduces injury to sprouts during unloading. This form of the device provides greater contact of air with the germinating material, which provides a more uniform germination compared to other devices.

Key words: barley, malt, soaking, germination, resource conservation, malting plant, soak water.

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

L'ANNOTATION

Le travail sur le thème «Le projet d'une usine de malt d'une capacité de 25 mille tonnes par an avec l'introduction de méthodes de la préservation de trempage du grain» est consacré au département verrouillage et brasage de l'usine de malt du type tour.

Ce projet prévoit la production de 80% de malt clair et de 20% de malt foncé. L'utilisation comme un désinfectant l'hypochlorite de sodium (NaClO) est proposée pour la désinfection des matières premières, notamment un fort pourcentage de chlore pur, une stabilité et une qualité élevée, une réaction simple et une détermination de la dose requise. Parmi les méthodes connues de trempage, l'irrigation par l'air a été notée et sélectionnée. Parmi ses avantages, il convient de noter que les coûts de l'eau sont réduits de 2-3 fois en comparaison avec d'autres méthodes et la durée de germination.

On a prévu l'utilisation de l'appareil lave-brassage moderne, qui est équipé d'un tube télescopique pour enlever alliage flottable. Cette force du tube pour réduire considérablement la quantité d'eau fournie pour le lavage des grains, car elle ne dépasse pas un certain niveau et empêche une quantité d'eau trop importante sur la couche de grain. La méthode consistant à combiner les processus de lavage, de désinfection et de trempage dans un appareil est utilisée pour économiser la consommation de l'eau, l'énergie et les pertes de matières premières en raison de l'absence du grain de transport de la phase nettoyés et désinfectés avec une seule machine à l'autre.

Pour la conservation des ressources de l'eau réintroduit la réutilisation de l'eau après l'étape de lavage et la désinfection, mais il faut considèrent qu'il est impossible de réutiliser la première l'eau de trempage en rangée - il contient, en plus d'impuretés mécaniques érodées des grains de surface, bronzage et des substances amères, des coquilles partielles de protéines retirées des inhibiteurs de croissance de l'orge qui inhibent la germination.

Pour la germination l'appareil pneumatique de forme ronde a été choisi pour réduire le temps de le chargement et de le déchargement, réduire l'utilisation d'eau pour l'hydrotransport et réduire le temps de déchargement du malt fraîchement cultivé. Cette forme de l'appareil fournit un plus grand contact de l'air avec le matériau germé, ce qui assure une germination plus uniforme par rapport aux autres dispositifs.

Ce travail est réalisé conformément à la tâche de calcul des produits et des équipements de base. Des mesures ont été élaborées pour la protection du travail, les conditions de conservation industrielle, l'environnement, de méthodes de la préservation énergétique et des ressources.

Mots clés: un orge, le malt, le trempage, la germination, l'épargne, l'appareil de trempage, d'une malterie.

					L'ANNOTATION	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	8
1.1 Структура підприємства.....	8
1.2 Режими роботи солодового заводу.....	8
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	10
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	10
2.2 Принципова технологічна схема виробництва свіжопророслого солоду	10
2.3 Аналіз і обґрунтування способів та режимів виробництва свіжопророслого солоду	12
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	36
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	37
3.1 Характеристика проекрованої продукції	37
3.2 Характеристика сировини	38
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	39
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	41
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків	41
4.2 Продуктові розрахунки.....	41
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	45
5 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	47
5.1 Розрахунок і підбір обладнання.....	47
5.2 Специфікація технологічного обладнання	51
6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	52
7 ОХОРОНА ПРАЦІ	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	58

					<i>Проект солодоростильного відділення солодового заводу потужністю 25 тис. т на рік з впровадженням ресурсозбері- гаючих технологій</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кравчук А.В.			ЗМІСТ		
Перевір.		Бондар М.В.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Куц А.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	59
					НУХТ, ННІХТ, ТБ-4-8 2022		

ВСТУП

В даний час сучасна солодова інженерія стає технічно складною і наукоємкою. Тому необхідне принципово нове розуміння організації технічного розвитку солодового виробництва, що гарантовано забезпечує більш високу віддачу при менших затратах.

Сучасний етап технічного розвитку солодових виробництв неможливий без застосування комплексного системного підходу, що дозволяє розглядати ці об'єкти як єдині, динамічні, взаємопов'язані системи, що представляють собою органічне поєднання багатьох елементів різної природи.

Важливим кроком у розвитку солодового виробництва є можливість об'єднання різних стадій в одну із застосуванням одного апарату. Це дозволяє зменшити витрати води, енергоресурсів на перекачування сировини з одного апарату в інший та одночасно зменшити втрати майбутнього солоду.

Одними із важливих етапів виробництва солоду є замочування і пророщування зерна, адже саме на цих стадіях формуються основні речовини, які впливають на подальші якісні характеристики готового продукту.

Сучасні солодовні є багатофункціональними структурами, які мають високий рівень механізації та автоматизації. До таких належать і солодовні баштового типу, які на сьогоднішній день стають все більш популярними, завдяки своїм високим технологічним та економічним показникам.

Технологічне обладнання, що розташоване ярусами допомагає нам економити природні ресурси, завдяки тому, що напівпродукт подається на нижні яруси самопливом, лише під дією сили тяжіння, не використовуючи воду для гідротранспорту та додатково електроенергію для роботи насосу.

Основною метою роботи є представлення можливостей ресурсозбереження при використанні даного виду солодовні. Для досягнення даної мети використовуються як уже відомі, так і більш удосконалені методи та обладнання для виробництва солоду. Для забезпечення ефективності промивання зерна передбачено застосування сучасного апарату для миття та замочування, оснащеного телескопічною трубою для відведення сплаву. Його застосування – це дуже вагомий крок у солодовому виробництві, який дозволяє суттєво знизити витрати води саме на тій стадії, яка є найбільш водоемкою, тим самим знижуючи витрати на виробництво в цілому і на готовий продукт в подальшому.

Даною кваліфікаційною роботою передбачено виробництво світлого і темного солоду у кількості 80% та 20% відповідно на солодовому заводі потужністю 25 тис. тонн на рік.

Робота містить пояснювальну записку та графічну частину. Пояснювальна записка складається з 59 сторінок, графічна частина включає апаратурно-технологічну схему ведення процесу.

					ВСТУП	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

Організаційна структура підприємства утворена за ієрархічним принципом підпорядкування зверху до низу і складається з 4 рівнів:

- 1 рівень – директор підприємства.
- 2 рівень – головний інженер, головний бухгалтер, головний пивовар, головний економіст.
- 3 рівень – начальники відділів і служб.
- 4 рівень – керівники виробничих і складських ділянок.

Всі накази і розпорядження поступають від вищого (1) рівня до нижчих (2, 3, 4) послідовно від рівня до рівня. На структурній схемі цей процес зображений лініями управління. Звітування та узгодження надходять до керівного складу через всі рівні управління поступово від нижчого до вищого. Структурна схема підприємства наведена в табл. 1.1.

1.2 Режими роботи солодового заводу

Згідно умов виробництва, на заводі встановлено графік роботи на 330 днів у дві зміни, тривалість кожної зміни – 12 годин.

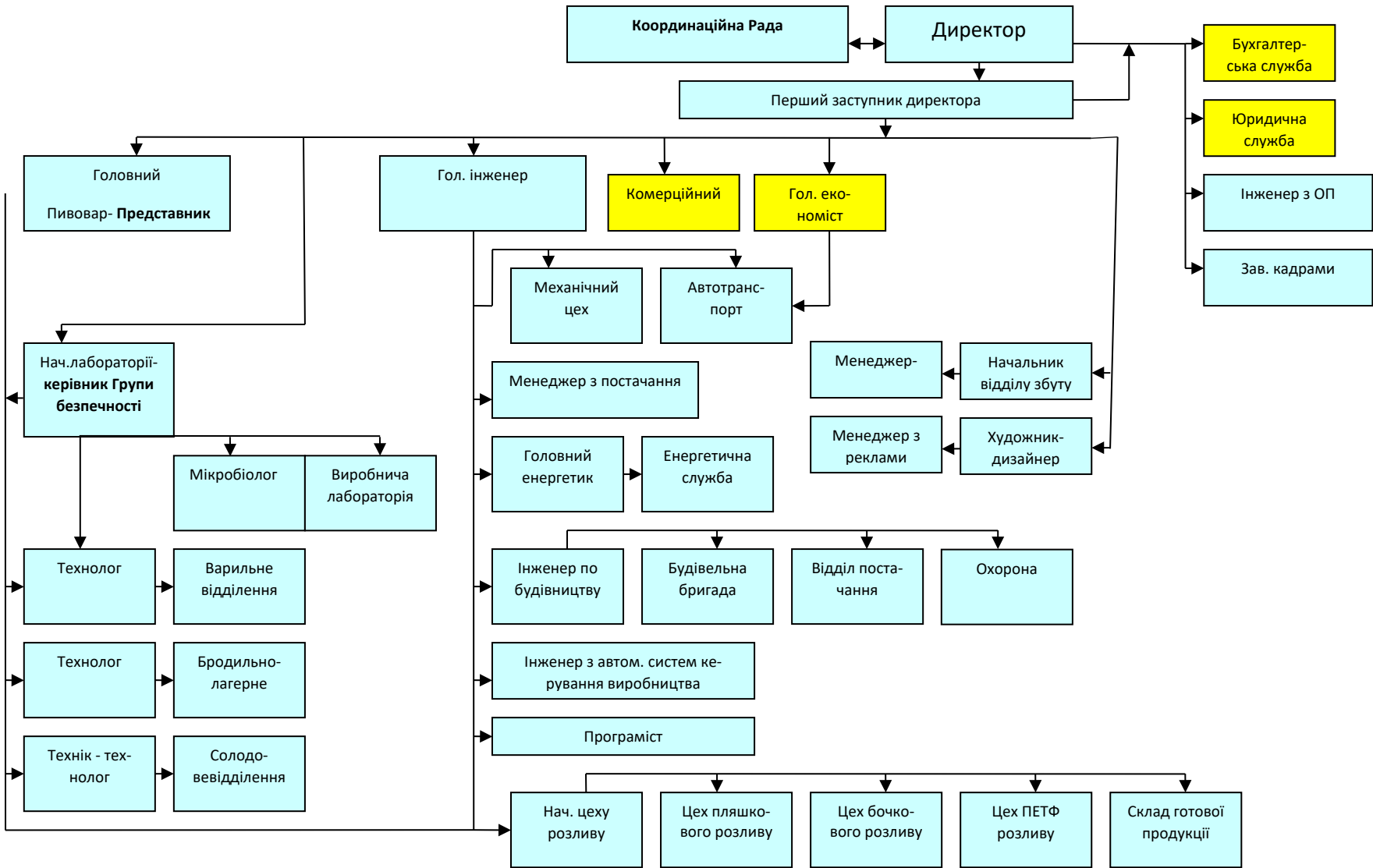
8:00 – 20:00 1-ша зміна;

20:00 – 8:00 2-га зміна.

Працівники не повинні працювати дві зміни поспіль. Позаурочні роботи можуть проводитись лише з дозволу профспілкового комітету підприємства і не повинні перевищувати для кожного працівника 4-х годин протягом двох днів підряд і 120 годин на рік. Всім працівникам надається щорічна відпустка зі збереженням місця роботи і середнього заробітку. Щорічна відпустка не може бути меншою 24 календарних днів [10].

					СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Таблиця 1.1 – Організаційна структура підприємства



2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ

2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції

В сучасному світі приблизно 2/3 всього пивоваріння займає виробництво світлого пива, тому цілком справедливим та розумним є виробництво, у більшій мірі, саме світлого солоду, який можна реалізувати як у межах нашої країни – у виробництві пива або солодового концентрату, так і за її межами.

Асортимент та обсяг проекрованої продукції наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Асортимент проекрованої продукції

Продукція	Відсоток у загальному обсязі, %	Виробництво
		За рік, кг
Світлий ячмінний солод	80	20 000 000
Темний ячмінний солод	20	5 000 000

Для виробництва солоду використовують ячмінь, який відповідає вимогам ДСТУ 3769-98 «Ячмінь. Технічні вимоги». Даний вид сировини, якій надходить на завод, повинен супроводжуватися сертифікатом якості.

Перед закладкою на зберігання проводять попередню очистку ячменю для видалення забруднень, які погіршують умови зберігання зерна. Очищене зерно зберігається в силосах.

Готовий солод повинен відповідати певним вимогам, наведеним у ДСТУ 4282:2004 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови», тому вибір технологічної схеми виробництва є дуже важливим етапом.

2.2 Принципова технологічна схема виробництва свіжопророслого солоду

В останні роки розроблені і впроваджені технологічні схеми виробництва солоду з використанням прискорених і безперервних процесів. Технологічні схеми можуть бути різними в залежності від обраного способу і обраного обладнання. Будь-яка технологічна схема повинна забезпечувати при мінімальних витратах матеріальних ресурсів максимальний вихід та високу якість готового продукту.

Даною кваліфікаційною роботою була обрана класична схема виробництва світлого і темного ячмінного солоду, з використанням високоякісної сировини, суворим дотриманням технологічних режимів для отримання солоду найвищої якості.

Принципова технологічна схема виробництва свіжопророслого солоду зображена на рис. 1.1.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

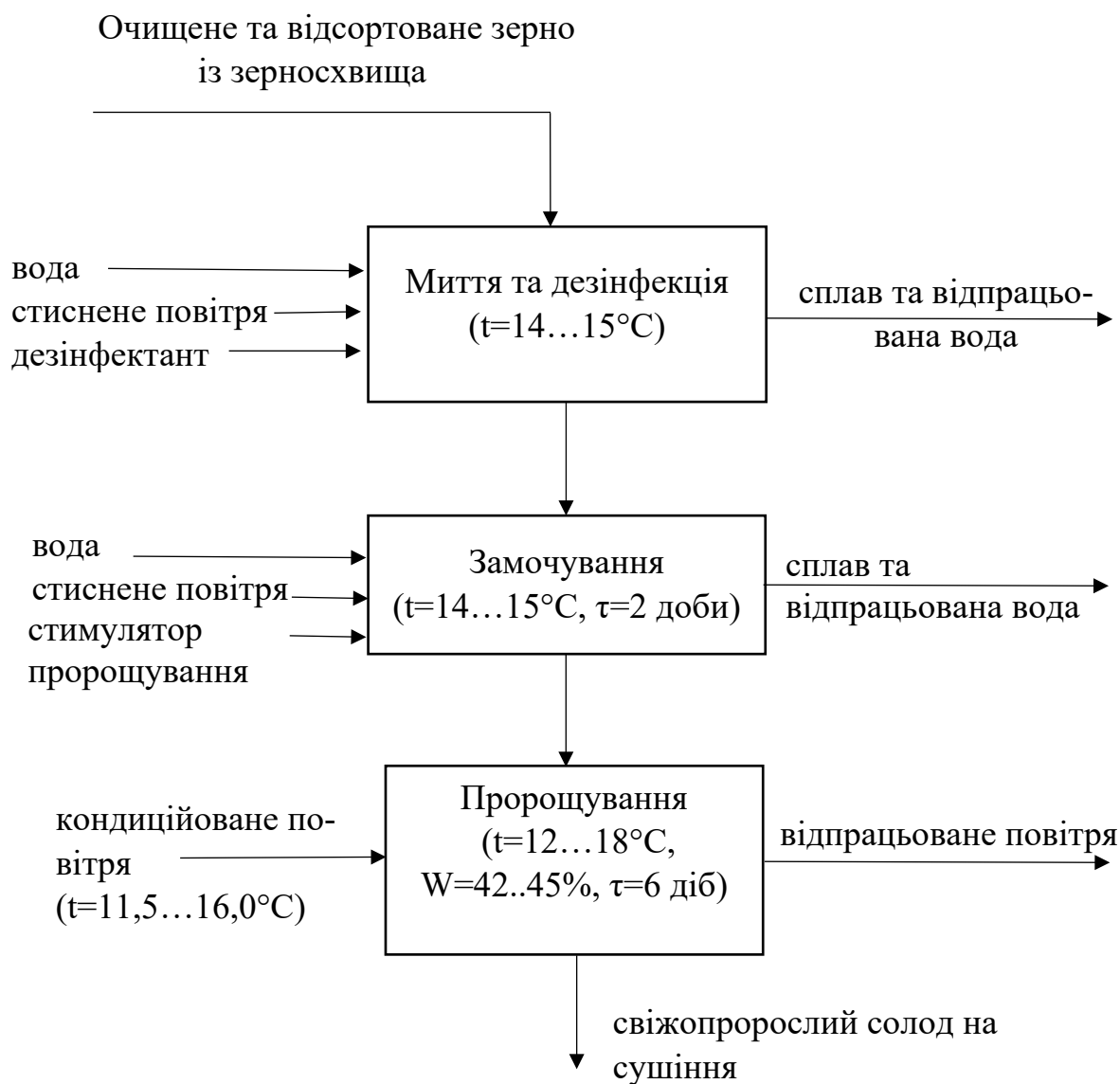


Рис. 1.1. Принципова технологічна схема виробництва свіжопророслого солоду

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2.3 Аналіз і обґрунтування способів та режимів виробництва свіжопророслого солоду

Приймання ячменю. Ячмінь на виробництво поступає залізничним, водним і автотранспортом. Для прийому ячменю солодовня повинна бути оснащена критою спорудою, захищеною від дощу, до якої підводять транспортні шляхи. В середині цієї критої споруди розміщують приймальний бункер (завальна яма), в який здійснюють прийом сировини та формування її в партію. При цьому передбачено пристрій для запобігання проникнення соломи, що зменшує втрати ячменю і ступінь його засмічення. Біля навантажувального ями стоять мостові ваги, на яких зважують спочатку навантажений, а потім порожній вагон (при цьому контроль маси прийнятого ячменю здійснюється за різниці цих показників). Ретельний аналіз завантаженої завальної ями дозволяє вирішити, в який далі після первинної очистки силос завантажувати даний ячмінь.

Також на потужних пивоварнях перед приймальними приладами встановлюється автоматичний пробовідбірник, за допомогою якого відбирають середню пробу, на яку аналізують ячмінь. Якщо автоматичний пробовідбірник на підприємстві відсутній або вийшов з ладу, відбір середньої проби здійснюється вручну, за допомогою ручного пробовідбірника (у вигляді двох труб з отворами).

Даною роботою передбачено такі приймальні пристрої: 3 завальні ями, місткістю 60 т кожна, один силос для II сорту, місткістю 550 т та 4 силоси для I сорту, такої ж місткості.

Пробовідбірник, мостові ваги та перекидний пристрій для вивантаження транспортних засобів в даному дипломному проекті не передбачено.

Транспортування зернопродуктів. У солодовому виробництві застосовуються механічні та пневматичні засоби транспортування.

Механічні засоби. Ці засоби передбачають перемішування матеріалу механічним шляхом. Розрізняють такі механічні засоби:

- норії чи елеватори для вертикального переміщення;
- стрічкові транспортери;
- шнекові транспортери;
- скребкові ланцюгові транспортери;
- вібротранспортери.

Норія. Працює норія наступним чином: стрічка, з наповненими ячменем ковшами, рухається з максимальною швидкістю 4 м/с (з солодом або зерном – 2,5 м/с). Ківші зачерпують транспортований матеріал з жолоба і піднімають його вгору, спорожняючи при повороті навколо верхнього ролика. Через випуск сипкий матеріал виходить назовні.

Переваги норії полягають в тому, що це найбільш рентабельний транспортний засіб (у зв'язку з невеликим енергоспоживанням), і саме тому норії отримали широке поширення. Їх легко обслуговувати, вони безпечні в експлуатації і потребують мінімального догляду та ремонту.

					ОБґРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

До *недоліків норії* можна віднести те, що нижня частина норії (черевик) ніколи повністю не спорожняється. Це особливо негативно позначається, коли одним і тим же підйомником піднімають різні види сипучих матеріалів. Крім того, якщо проходить збій в електропостачанні, то норія під вагою наповнених ковшів почне рух у зворотний бік. У зв'язку з цим монтують спеціальний блокуючий пристрій.

Стрічковий транспортер. Стрічкові конвеєри відрізняються «обережністю» при переміщенні матеріалу та низьким споживанням енергії. Такі транспортери підходять тільки для переміщення великих обсягів матеріалу, оскільки займають відносно велику площу. Конструкція станції прийому і розвантаження матеріалу повинна виключати втрати сировини і пилу. Розвантаження можна організувати в декількох пунктах. Транспортна стрічка переважно виготовляється на тканинній основі і може бути плоскою або коритоподібною в залежності від переміщуваного матеріалу.

Шнековий транспортер. У жолобі з сталевого листа, закритому від несанкціонованого проникнення, рухається сталевий шнек (гвинт). Привід вала здійснюється від двигуна, а число обертів валу – нижче 200 об./13хв, і тому необхідний двигун з редуктором. При обертанні шнек дбайливо переміщує ячмінь або солод до розташованих знизу шиберів для спорожнення, яке здійснюється шляхом простого відкривання одного з шиберів.

До *переваг* шнекового транспортера відноситься те, що незважаючи на досить високе енергоспоживання, він є цілком рентабельним видом горизонтального (або з підйомом до 30°) транспорту. Тому для переміщення на короткій відстані в солодовнях застосовують здебільшого саме шнекові транспортери.

Недоліком його є те, що між жолобом і гвинтом шнека завжди повинен залишатись зазор від 3 до 5 мм (інакше шнек чіплятиметься за жолоб), і тому повне спорожнення жолобу неможливе. Це особливо несприятливо позначається при транспортуванні солоду. Крім того, краю гвинта шнека з часом гостро заточуються і можуть пошкоджувати зерно, особливо при транспортуванні солоду.

Скребковий транспортер. Переміщення матеріалу здійснюється по нерухомому жолобу — риштаку за допомогою скребків, закріплених на одному чи кількох тягових ланцюгах з певним кроком і занурених у шар насипного вантажу. Швидкість разом з вантажем досягає 0,5 м/с.

Переваги: висока продуктивність (близько 300 тонн матеріалу за годину на невелику відстань), надійність і довговічність за умови належного догляду, стійкість до температури, вологості та рельєфу місцевості, де встановлений транспортер.

Недоліки: схожість з недоліками шнекового транспортера, а саме те, що між жолобом і скребком завжди повинен залишатись зазор 3...5 мм (інакше скребок чіплятиметься за жолоб), і тому повне спорожнення жолобу неможливе. Крім того, краї скребка з часом гостро заточуються і можуть пошкоджувати зерно, особливо при транспортуванні солоду.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СՄՂОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Вібротранспортери слугують для горизонтального або похилого транспортування, при чому матеріал переміщується під дією інертних сил. Лоток кріпиться на стоячих похило пружних пластинах зі сталі горизонтально, або з невеликим нахилом. Привід здійснюється за допомогою кривошипа, або ексцентрика, які при амплітуді підйому 25 – 30 мм і частоті обертів 300 – 350 об/хв забезпечують швидкість транспортування матеріалу 0,1 – 0,2 м/с. Продуктивність такого вібротранспортера залежить від висоти і ширини шару матеріалу, та складає 15 – 30 т/год (для шару товщиною біля 50 мм). Максимальна довжина такого транспортеру – 15 м.

Цей пристрій порівняно дешевий, споживання електроенергії невелике. При наявності аерації зерно транспортується без пошкоджень. Але через інерційні сили не гарантується стійкість каркасу транспортера.

Пневматичні засоби транспортування. У цих пристроях ячмінь або солод переміщуються по трубопроводах потужним повітряним потоком. Щоб підняти матеріал, потрібна швидкість повітря близько 11 м / с, однак щоб сировина переміщалося надійно, зазвичай застосовують значно більші швидкості потоку повітря – близько 20 м / с. Такий повітряний потік отримують за допомогою роторних пелюсткових повітродувок або вентиляторів високого тиску.

До пневматичних засобів транспортування відносяться:

- всмоктувальні пневмотранспортні установки;
- напірні пневмотранспортні установки;
- пробкоутворюючі пневмотранспортні установки.

Всмоктувальні пневмотранспортні установки. Такі установки застосовують при необхідності доставки зерна з різних місць в одне. Транспортування матеріалу здійснюється за допомогою розрідження шляхом простого всмоктування через всмоктувальну трубу. Матеріал подається по трубопроводах до сепаратора, в якому повітря і матеріал знову розділяються завдяки тому, що поперечний переріз трубопроводу в сепараторі різко розширюється при одночасній зміні напрямку потоку, і швидкість потоку зменшується. У результаті ячмінь накопичується на дні сепаратора і виводиться через обертовий шлюзовий затвор. Сепаратор розташовують на такій висоті, щоб забезпечувалася можливість розподілення матеріалу за допомогою вертикальних труб або механічного транспорту. Повітря на виході з сепаратора повинно повністю знепилитись за допомогою зволоження або всмоктувального рукавного фільтра, оскільки інакше вакуумний насос швидко зношується.

Трубопроводи виготовляють з безшовних, суцільностягнутих, гладких всередині сталевих труб. Трубопровідні системи оснащують добре ущільненими запірними пристроями.

Застосування пневматичного транспорту доцільно при значній відстані між виробничими приміщеннями, а також у випадках, коли використання інших транспортних засобів вимагало б більш складних пристроїв.

Витрата повітря при застосуванні пневмотранспорту 40-60 м³ на 1 т матеріалу, що транспортується, діаметр трубопроводів 60-250 мм. Навантаження

					ОБґРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

на трубу всмоктування може становити до 100 т/год, а відстань, на яку переміщається матеріал, - до 500 м. За допомогою подібних всмоктуючих пневматичних установок розвантажують судна та баржі. Ці установки подають зерно на короткий транспортер, який завантажує його в транспортні засоби.

Напірні пневмотранспортні установки служать для переміщення матеріалу з одного місця до кількох місць розвантаження, тому повітряний компресор розміщують на початку системи трубопроводів, а пристрої для вивантаження – в кінці. Щоб уникнути втрат тиску, захоплення транспортованого матеріалу відбувається через шлюзові затвори, або через інжекторний шлюз. При розвантаженні передбачена ємність для зниження тиску, до якої з метою боротьби з пилоутворенням підключають рукавний фільтр. Витрата повітря при використанні напірних установок становить 25-75 м³ на 1 т транспортуючого матеріалу, залежно від довжини та діаметру трубопроводу (50-350 мм). Продуктивність таких установок становить до 300 т / год. Відстань, на яку транспортується матеріал, може досягати 1500 м, а висота - до 100 м.

Пробкоутворюючі пневмотранспортні установки. Таке обладнання являє собою модифікацію пневмотранспорту і служить для переміщення продукту під дією надлишкового тиску. У трубопроводі з низькою швидкістю безперервно дозується повітря, в результаті чого в ньому утворюються скупчення (пробки) продукту, так як потік повітря не в змозі просунути окремі його частинки.

Сила опору повітря, достатня для переміщення, досягається лише при великому скупченні матеріалу. Такі «пробки» формуються на відносно коротких ділянках трубопроводу у вигляді «плоских дюн». Якщо накопичення наступних порцій продукту заповнює поперечний переріз труби, продукт переміщається далі, чим досягається періодичне пневматичне транспортування. Швидкість переміщення такої пробки становить від 0,2 до 2 м/с (ці низькі значення усувають можливість пошкодження продукту).

Утворення пробки відбувається, наприклад, завдяки імпульсній подачі повітря із допоміжного трубопроводу. Витрати на електроенергію приблизно ті ж, що і при використанні пневматичних установок, але вдвічі перевищують енерговитрати на механічне транспортування.

Переваги пневмотранспорту полягають у наступному:

- 1) можна переміщати великі маси сировини;
- 2) потреба в площах невелика;
- 3) в установці не залишається залишків;
- 4) пневмотрубопроводи можна робити вигнутими;
- 5) немає небезпеки спалаху.

Однак слід зауважити, що в порівнянні з механічними транспортними засобами в даному випадку істотно зростає енергоспоживання (в 4 – 14 раз більша, ніж у механічних). Також слід зауважити, що в пневматичних засобах транспортування швидко зношуються трубопроводи, особливо в місцях перегинання трубопроводу.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВИЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Даною роботою передбачено транспортування ячменю, домішок, свіжопророслого солоду за допомогою шнекових транспортерів через навколишнє середовище, тобто там де транспортування здійснюється через вулицю, адже дані транспортери є закритими. Стрічкові транспортери використовуються після солодоростильного ящика при передачі на сушіння. Таким чином ми використовуємо сухе, механічне транспортування, що економить затрати води та електроенергії на виробництво [1].

Очистка та сортування. Домішки і забруднення своєю формою і масою відрізняються від зерен ячменю, і тому робота очисного обладнання заснована на принципі поділу продукту по формі і масі складових частин. Відділення забруднень здійснюють за допомогою:

- сит або ситових барабанів (для відділення дуже грубих або дуже тонких домішок);
- струшуючих пристроїв (для розпушення бруду і підвищення ефективності сит);
- обертового ударника (для видалення ості і бруду);
- повітряних потоків (для видалення пилу й інших легких частинок);
- магнітів (для видалення металевих домішок);
- сортувальних аркушів - трієрів (для видалення округлих частинок і половинок зерен).

Очищення ячменю проводиться в дві стадії - первинного (попереднього) грубого очищення і подальшої більш тонкої обробки на спеціальних машинах - вторинного очищення.

Обладнання для очищення. Машини для первинного очищення ячменю – повітряно-ситові сепаратори оснащені подвійним ситом, що приводиться в струсний або коливальний рух за допомогою ексцентрика або високочастотної вібрації.

Матеріал обдувається потужним повітряним потоком, захоплюючи пил і легкі частинки, які потім відділяються і осідають у спеціальних пристроях, після чого знищуються через шлюз камеру за допомогою розвантажувального шнека.

Після цього потік ячменю направляють на сепаратор грубої очистки, що складається з грубого сита з прорізами довжиною 15 і шириною 3,5-4 мм. На цьому ситі відокремлюються домішки крупнішого ячмінного зерна, а на другому ситі з шириною отворів 1,5 мм - дрібніші домішки. Затриманий на ситі ячмінь підхоплюється сильним потоком повітря для видалення легких домішок, які при попередній обробці в машині розпушилися, але не відділилися від ячменю. Відпрацьоване повітря відводять за допомогою аспірації в циклон, в якому швидкість повітряного потоку забезпечує відділення від ячменю легких домішок. Відходи після тонкого сита збираються в спеціальній ємності всередині машини. Аналогічну конструкцію мають і повітряно-ситові сепаратори великої продуктивності, також працюють з двома наборами сит. Перед випуском з машини потік ячменю потрапляє в аспіраційний канал, де частки домішок за допомогою роздільників видаляються з потоком повітря.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

При попередньому очищенні використовують також повітряний сепаратор слабкої продуктивності, який забезпечує і деяке сортування ячменю. Під дією власної маси матеріал падає в шахту глибиною близько 1 м, причому збоку на матеріал направляється сильний, потік повітря. Камені і металеві частинки відхиляються менше, ніж зерна ячменю, солома й соломка, і за допомогою напрямних стінок потік ячменю поділяється на три фракції. Між зерном і забрудненнями (соломою, половиною, остю і т. д.) утворюється зона суміші, і остання по трубопроводу знову подається в машину. Легкі забруднення (пил і пісок) потрапляють з повітряним потоком у вентилятор, відкидаються до зовнішніх стінок пневмосепаруючого каналу і видаляються. Очищене повітря на 95% може бути використане повторно. При всій простоті конструкції така установка має достатню продуктивність.

Пристрій для видалення остюка. Пристрій для видалення остюка встановлюють у зоні первинного очищення. Воно складається з біла, що повільно обертається в барабані з рифленою поверхнею і викликає тертя зерен об стінки барабана, що призводить до обламання остюка, видаленню бруду і зовнішніх оболонок. Одночасно видаляються пісок і дрібні камінчики, що зменшує, в свою чергу, ступінь зносу трієра.

Пристрій для видалення остюка не застосовується у спекотні роки і в разі слабких ячменів (щоб уникнути розколювання зерен, для чого необхідно ретельно регулювати частоту обертання біла).

Магнітний сепаратор. Магнітний сепаратор служить для видалення металевих домішок (цвяхів, болтів і т. п.), які можуть призвести до пошкодження обладнання або (при іскрінні) до пожежі. Магнітний сепаратор встановлюють на стадії грубого очищення. Магніти працюють на постійному струмі, виконуються у вигляді стрижнів або підков, і їх слід періодично очищати.

Великою продуктивністю характеризуються обертові електромагніти, де матеріал потрапляє в барабан, що притягає всі металеві предмети, які потім вільно падають у немагнітну зону, в стороні від потоку ячменю.

Каменевідбірник. Каменевідбірник призначений для видалення дрібних каменів (розміром з ячмінне зерно). Принцип його дії заснований на різній щільності зерна і каменів - поділ відбувається на піднімаючих ситах, що продуваються регульованим потоком повітря.

Трієри. Трієри служать для видалення шароподібних забруднень - половинок зерен ячменю і насіння бур'янів. Перші при зберіганні, замочуванні і пророщуванні є сприятливим середовищем для розвитку цвілі, а другі залишаються в солоді і надають суслу і пиву неприємний присмак. Трієри застосовують також для сортування зерна по довжині, коли необхідно відділити довгі зерна від коротких, наприклад, ячмінь і овес від пшениці та жита.

Видалення половинок зерен і кулястих домішок здійснюється в трієрних циліндрах із сталевих листів з комірками у вигляді кишень. Домішки збираються в комірки, з яких вони потрапляють в приймальний жолоб і відводяться з трієра шнеком. Відомі кілька конструкцій трієрів.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Трієри середньої продуктивності, циліндр яких розташований під кутом 6° і працює з окружною швидкістю 0,3-0,4 м/с. Внаслідок нахилу матеріал повільно просувається уздовж циліндра. Потрапили в комірку нормальні зерна частково застрягають і випадають з них при обертанні під дією сили тяжіння, після чого транспортуються в збірник. Кулясті домішки несуться далі і випадають у прийомні жолоби, встановлені на висоті, відповідній виду забруднень (цим досягається висока якість сортування). Трієри характеризуються високою роздільною здатністю і продуктивністю 200 кг/год з 1 м² сортуючої поверхні.

- Високопродуктивні трієри, що характеризуються значно більшою окружною швидкістю - близько 1,1 м/с, причому сила тяжіння настільки перевершує центробіжну силу, що потрапивши в комірку насіння і половинки зерен надійно в них утримуються і можуть випадати в досить високо розташований приймальний жолоб. Розвинута відцентрова сила сприяє також більш високому підйому нормальних ячмінних зерен. Якщо при цьому за допомогою обертового пристрою - зворушувача - вдається уникнути утворення обертового шару, то площа ефективності сортуючої поверхні збільшується з 20 – 25 до 30%. Продуктивність таких трієрів становить до 400 кг/год з 1 м² корисної площі.

- Ультратрієри - забезпечені ударним валком, руйнуючим верхні шари обертаючого шару і спрямовуючим зерно у вільну нижню частину. Завдяки особливій формі ударника зерно відкидається убік по відношенню до руху трієра. Ця перемішуюча дія робить непотрібним похиле положення циліндра, забезпечує краще використання сортуючої поверхні, дозволяє знизити окружну швидкість на 0,55 м/с, дає економію споживаної енергії і знижує розміри трієра. Продуктивність таких трієрів становить близько 800 кг/год з 1 м².

Сортуючий ефект трієра будь-якої конструкції залежить від форми комірок, причому штамповані комірки повинні мати гострі краї. Слід враховувати неминучий знос поверхні комірок під дією кремнієвої кислоти, що міститься в плодових оболонках.

Величину комірок розраховують залежно від сортованого матеріалу і задають калібром штампу. По діаметру комірок вибирають і їх глибину. Діаметр осередків основного Трієра становить, як правило, $6,5 \pm 0,2$ мм, а трієра подальшого сортування - 5,75 мм.

Привід трієра повинен бути рівномірним, без поштовхів, щоб зерна, які знаходяться в комірках не випадали, у зв'язку з цим привід трієрного циліндра здійснюють за допомогою зірчастої або конічно – зубчастої передачі.

Велике значення для високоякісного сортування має правильна установка приймального лотка. Якщо у відходах міститься багато нормальних зерен, лоток установлюють вище, в напрямку обертання барабана. Якщо ж в ячмені залишаються насіння бур'янів або половинки зерен, то лоток слід опустити. При номінальній продуктивності трієра, як правило, не вдається збільшити ефективність очищення понад 98 %.

Корисна площа сортування, яка формулюється діаметром циліндра і числом комірок, становить у трієра середньої продуктивності 20-25%, у високопродуктивного і ультратрієра - близько 30%.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СՄՂОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

У посушливі роки в ячмені міститься більше колотих зерен, що утворюються при молотті, а у вологі - більше насіння бур'янів.

Зазвичай під відходами або сторонніми домішками розуміють сукупність колотих зерен і відходів ячменю, сторонніх зерен і насіння бур'янів. У сприятливі роки вони становлять близько 1%, у звичайні - до 4%, а в погані - до 8%. Велике значення має і форма ячмінних зерен: короткий потовщений (повний) ячмінь важче сортувати, ніж довгі зерна. Видалення битих зерен і насіння бур'янів зазвичай проводять перед сортуванням ячменю.

Продуктивність трієрів залежить не тільки від їх корисної площі і ступеня забруднення зерна, а й від рівномірності подачі ячменю в агрегат, у зв'язку з чим його оснащують дозуючим пристроєм. Для контролю рівномірності подачі матеріалу перед очисним пристроєм і після нього розміщують спеціальні ємності, за рівнем зерна в яких судять про рівномірність подачі ячменю. Для обробки продукту, піднятого головним трієром до збірника, і повернення доброго ячменю з відходів використовують додатковий трієр з діаметром комірки 5,75 мм.

Сортування ячменю. Для забезпечення рівномірності замочування, пророщування ячменю і подрібнення солоду, а також для досягнення високого виходу шляхом відділення слабких зерен ячмінь необхідно сортувати за величиною зерен.

Сортування ячменю здійснюють за допомогою циліндричних або листових сит, що розташовуються по різному: циліндри обертаються навколо власної осі, а квадратні, круглі або восьмикутні сортувальні листи розміщують горизонтально один над одним і за допомогою ексцентриків приводять в коливальний рух. Ячмінні зерна, по розмірам переважаючи ширину отворів сита, залишаються на ньому.

За величиною зерен ячмінь поділяють на три сорти (фракції) за допомогою двох сит з різною шириною щілин, а саме:

- сорт I - власне пивоварний ячмінь з товщиною зерен більше 2,5 мм;
- сорт II - з товщиною зерен 2,2-2,5 мм;
- відходи - непридатний для солододорощення кормовий (фуражний) ячмінь з товщиною зерен менше 2,2 мм.

Сорти I і II зазвичай піддають роздільному солододорощенню, а відходи реалізують на потреби сільського господарства. Зазначені три сорти відрізняються не тільки зовні (по товщині зерен), але і за хімічним складом, вмістом ферментів і накопиченню ферментативної активності при солододорощенні.

Барабанні сита. Сортувальні циліндри барабанних сит виготовляють, як правило, з отворами двох розмірів. Ячмінь надходить в кінець циліндра з меншими прорізами, і найбільші зерна збираються на іншому кінці барабана.

Сита виготовляють із сталевих листів з отворами довжиною 2,5 і шириною 2,5 або 2,2 мм. Якість сортування залежить від конструкції сит - сита з штапованими прорізами забезпечують точність 0,03 мм, у зв'язку з чим у зерна I сорту можуть потрапляти зерна II сорту, і навпаки. Велике значення має і товщина листа, так як точність сортування зростає з її збільшенням. Нормальною вважається товщина листа в 1 мм, яка по всьому листу повинна бути

					ОБґРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

однаковою. Сита з меншою товщиною характеризуються гіршою сортуючою здатністю, так як зерна легше прослизують у той отвір, де менше опір і тертя.

Швидкість просування потоку ячменю через циліндр не повинна бути занадто великою, інакше якість сортування падає. Воно залежить від окружної швидкості. Окружна швидкість повинна бути не більше 0,7 м/с. Грає роль також і поступальний рух матеріалу в циліндрі. В невеликих установках воно забезпечується нахилом сортувального циліндра, який не повинен перевищувати 10%. У сучасних агрегатах ситовий барабан розташовується горизонтально, а переміщення матеріалу досягається за допомогою стрічкових шнеків, відповідним чином розташованих на внутрішній поверхні сит.

Ці два прийоми збільшують площу ефективної сортуючої поверхні, так як виключають односторонній рух ячменю в циліндрі і забезпечують кращий розподіл в ньому матеріалу (без застосування цих прийомів використовувалося б тільки 20-25% загальної площі сортуючої поверхні).

Великий вплив на результати сортування надає початковий стан ячменю, чим нерівномірніший і забруднений ячмінь, тим важче його сортувати, а до ступеня чистоти і вирівняності ячменю слід приділяти високі вимоги.

Продуктивність сортувального циліндра залежить в основному від його розмірів. Зазвичай приймають продуктивність для кожного сорту 380-400 кг/(м²·год). Максимальна довжина циліндра - близько 3,5 м, звичайний діаметр - 500 мм.

Важливий також спосіб завантаження установки ячменем, який повинен надходити на сито тонким струменем так, щоб кожне зерно доторкнулось з сортуючою поверхнею. Збільшення продуктивності тут можливо лише шляхом кращого розподілу маси ячменю по поверхні сит, а не шляхом збільшення частоти обертання, так як в останньому випадку посилюється пилоутворення і небезпека пошкодження зерен.

Сортуючий циліндр завжди розміщують після трієра. Іноді трієр знаходиться в сортуючому циліндрі, що виявляється можливим завдяки горизонтальному розміщенню обох агрегатів. При застосуванні ультратрієра частота обертання збільшується.

Плоский сепаратор. Плоский сепаратор, являє собою систему розташованих один над одним прямокутних або квадратних плоских сит, приведених в коливальний рух ексцентриком. При цьому кожна точка комплексу сит описує однакову криву. Привід здійснюється так, щоб рухомі маси зерна постійно врівноважувалося незалежно від частоти обертання і навантаження на сита. Плоский сепаратор забезпечує більш точний поділ, ніж барабанний сепаратор, має велику і поверхнево використовувану сортуючу поверхню, дозволяє забезпечити рівномірність товщини просіюючого шару і тривале перебування матеріалу па ситі. Розподілення маси зерна по поверхні сита тут раціональне, так як сито знаходиться зверху, а коливальний рух, як при сортуванні ручним ситом, полегшує рівномірне струшування і сортування зерна.

Якість сортування підвищується завдяки перехресному розташуванню прорізів, при якому отвори поперемінно розташовуються в подовжньому і по-

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

перечному положенні. Кожне сито складається з трьох елементів: власне ситового листа з розподільним диском, ситової рами, яка розділена на окремі поля, та збірники, з якого просівна маса по бічних каналах направляється на сита. Ширина отворів і товщина листів сит ті ж, що і у барабанного сепаратора. Вільне коливання отворів сита досягається за допомогою гумових куль, вільно переміщаючих між рамою сита і сортувальним листом, що деформуються при русі сепаратора. Конструкція плоского сепаратора залежить від особливостей підприємства - його підвішують до перекриття або кріплять в рамі зі сталевих несучих елементів. Енергоспоживання його невелика, складаючи при продуктивності 10 т/год лише близько 3 кВт. Схема руху ячменю різна і визначається проектом.

Перевагами плоского сепаратора є підвищення продуктивності, зниження потреб у площах і низьке енергоспоживання, однак його обслуговування важче і дорожче, ніж барабанного сепаратора.

Плоский сепаратор з круглими або восьмикутними ситовими дисками. Такий сепаратор складається з 2 або 4 ситових дисків, горизонтально закріплених на центральному валу. Диски зазвичай розділені на 8 замінних ситових сегментів, що спіраються у центрі на середню стійку.

Рух сит здійснюється за допомогою ексцентрикового приводу з горизонтальним ходом по колу 80 мм, перемішування сортованої маси - за допомогою променеподібно розташованих відбивних гребінок. Завдяки зигзагоподібному руху, що здійснює сортована маса між відбивачами від центру до країв ситового диска, шлях кожного зерна в багато разів перевищує довжину сита. Крім того, гарантується ефективне перемішування маси відбивачами, і тому кожне зерно незалежно від його щільності обов'язково дотикається до сита.

Для попередження засмічення сит слугують рухомі по колу щітки і гребінці, пружно закріплені на конструкції. Ефективність всього пристрою забезпечується ексцентриковим рухом сит при сортуванні. Ці транспортні гребінки забезпечують також очищення горизонтальних поверхонь збірників при розсортуванні маси і відведення її у вихідні отвори. Сусідні ситові диски рухаються в протилежних напрямках - рух ривками туди і назад при використанні врівноважуючих вантажів і амортизаторів трансформується в плавний хід машини, тому для даного пристрою непотрібно спеціальних фундаментів.

Продуктивність подібної установки досягає 12 т/год і може бути збільшена шляхом знаходження декількох установок один над одним. Енергоспоживання окремої установкою становить близько 2 кВт. Таким чином, крім перевірених систем барабанних і плоских сепараторів з'явилася вдосконалена високопродуктивна установка.

Автоматичні ваги служать для контролю кількості, що надходить на підприємство ячменю I і II сортів. Крім того, ячмінь зважують для проведення внутрішньозаводського контролю. Тому як з економічних, так і з виробничих міркувань автоматичні ваги зручно включати у відповідні транспортні лінії.

Ваги складаються із сталевих перекидних ємностей для зважування. При досягненні заданої кількості продукту (від 5 до 100 кг) ємності спорожня-

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

ються, і для забезпечення точності зважувальна подача ячменю в кінці наповнення сповільнюється. Число перекидань реєструється і множиться на кількість ячменю. Щоб уникнути утворення заторів ваги повинні завантажуватися з бункера і спорожнюватися в проміжний збірник. Для правильної роботи ваг слід виконувати не більше 4 зважувань за хвилину. Автоматичні ваги необхідно періодично чистити і перевіряти.

Нова конструкція ваг - у вигляді труби - при високій продуктивності відрізняється дуже хорошою точністю. Ці ваги складаються з накопичувального бункера і власне ваг, що завантажуються через шибер на вході. Вміст ваг після електронного вимірювання фактичної маси вивантажується в наступний бункер. Всі три резервуари круглі, що гарантує їх повне спустошення.

Миття та замочування. При виробництві солоду зерно після дозрівання, очищення й сортування направляють на миття і замочування.

Миття зерна є обов'язковим процесом, оскільки на його поверхні знаходяться органічні й неорганічні забруднення, які створюють сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів.

При митті зерна перед замочуванням застосовують дезінфікуючі засоби: гідроксид натрію (NaOH), кальциновану соду (Na_2CO_3), хлорне вапно, пероксид водню, гіпохлорит натрію (NaClO) та ін.

Замочувальне відділення розміщують так, щоб транспортування ячменю із зерносховища відбувалось найкоротшим шляхом. Також найкоротшим шляхом слід подавати замочений ячмінь у солодоростильні апарати, а якщо можливо, то і самопливом.

У наш час замочні апарати виготовляють виключно із сталі циліндро-конічної форми. Конус дна повинен мати нахил не менше 45° , щоб не відбувалось залягання зерна і воно не залишалось в апараті при його опорожненні. Для забезпечення інтенсивної аерації під час миття зерна у центрі замочного апарата розміщується вертикальна труба (ерліфт) діаметром не менше 200 мм. У нижню частину апарату, під центральною трубою вивантажують зерно і подають стиснене повітря, яке переміщує зерно з водою до верхньої частини апарату, де, за допомогою відбійника для зерна (у формі конуса або сегнерового колеса) рівномірно розподіляється по апараті. Таким чином, відбувається циркуляція ячменю та його інтенсивне відмивання від забруднень. [1]

Для вловлення сплаву та його видалення у верхній частині апарата є віконце і коробка з ситом, або без нього.

Іншим способом аерації ячменю, що замочується, є подача стисненого повітря у кільцеві барботажні труби з отворами 2...3 мм, розміщені у конусній частині апарата. Стиснене повітря через ці отвори розподіляється по всій масі замоченого зерна.

У нижній частині конусного дна встановлено стальну сітку, яка затримує зерно при випуску відпрацьованої води.

Транспортування замоченого ячменю у солодоростильний апарат зручно здійснювати за допомогою насоса або самопливом, якщо у наявності

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВИЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

достатній кут нахилу трубопроводу. Якщо ж між замочним і солодоростильним апаратами перепад висоти менше 3 м, застосовують відцентровий насос. При цьому гідромодуль повинен бути 1:3 і більше.

У замоченому зерні знаходиться вегетаційна вода, яка розчиняє прості речовини (мінеральні речовини, пептиди, цукри, амінокислоти), які оточують зародок. При цьому останній, пробуджуючись до активної життєдіяльності, використовує їх для дихання та утворення нових речовин. Цих низькомолекулярних речовин достатньо лише на перший період життєдіяльності зародка. Для подальших біохімічних процесів обміну речовин у зерні виникає потреба в нових речовинах, здатних засвоюватися зародком.

Надходження води у зерно при його замочуванні сприяє біохімічним процесам гідролізу високомолекулярних сполук за допомогою ензимів. Вегетаційна вода у зерні зумовлює появу перших ознак його життя: гормоноподібні речовини, що нагромаджуються у щитку, мігрують (дифундують) до алеїронового шару і створюють біологічні умови для активізації існуючих й утворення нових ферментів.

Зародок при пробудженні до життєдіяльності генерує гормони, які виконують ті ж функції, що і гіберелінова кислота та її солі. Таким чином, у щитку зернових культур при їх замочуванні й пророщуванні концентруються гормоноподібні речовини, що містять гіберелінову кислоту. Ці речовини, кількість яких при проростанні зерна збільшується, забезпечують синтез основних ферментів: амілолітичних, протеолітичних, цитолітичних. Зазначені ферменти руйнують клітинні стінки ендосперму, що сприяє розчиненню солоду. Велике значення при цьому має дія пептидаз, які гідролізують білкові речовини. Для забезпечення достатнього обміну речовин у зерні необхідна вегетаційна волога, якої повинно бути не менше 45 % (при цьому враховують особливості сорту ячменю).

Межі між замочуванням і пророщуванням ячменю не існує. Ще при вологості зерна 30-35 % починаються біохімічні процеси, властиві для його пророщування, тобто інтенсивне дихання й обмін речовин, що потребує відповідної кількості кисню.

Недостатня кількість кисню призводить до того, що продуктами обміну речовин стають не лише вода та вуглекислий газ (CO_2), а й такі складні сполуки як етанол, альдегіди, кислоти, ефіри та інші речовини, які інгібують обмінні біохімічні процеси, і зерно може втратити здатність до проростання.

Насіннева оболонка зерна має особливу властивість напівпроникності, пропускаючи в ядро зернівки лише чисту воду й затримуючи мікроорганізми та хімічні сполуки. Рушійною силою, яка зумовлює проникнення у зерно води, є градієнт її концентрації на поверхні (100 %) і всередині зерна (на початку замочування 12-14 %).

Пройшовши кілька шарів оболонки зерна, вода поглинається колоїдами ядра, просочуючи всі клітини зерна. Однак, слід зазначити, що вода в зерні розподіляється нерівномірно: більше її проникає через мікрокапіляри у зародок, де вологість досягає 75 %, тоді як в інших частинах зернівки вона не перевищує 50 %.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

У середньому тканини зернівки здатні поглинути до 70 % води. Найбільше її можуть поглинути білкові речовини (до 80 % сухої речовини), крохмаль (до 70 %) і клітковина (до 30 %).

При замочуванні зерна процес його зволоження відбувається нерівномірно і непропорційно щодо часу. На початку замочування вода дуже швидко надходить у зерно, а при досягненні вологості 35—40 % процес подальшого зволоження значно сповільнюється. Тому при оптимізації процесу замочування досягають вологості зерна на 5—6 % нижче від кінцевої, яку слід довести до потрібного значення у перший період пророщування.

Основним фактором, що зумовлює швидкість замочування зерна, є температура води. Підвищення її сприяє швидкому надходженню води у зерно. Це явище пояснюється кращим набуханням колоїдів, меншою в'язкістю води й підвищенням інтенсивності броунівського руху молекул. При температурі води для замочування зерна 21 °C і вище збільшуються тривалість оцукрення такого солоду та різниця у виході екстракту в тонкому і грубому помелах, але знижується швидкість фільтрування затору. [16]

Таким чином, замочування зерна при підвищеній температурі інтенсифікує процес його проростання, але одержаний у зазначених умовах солод недостатньо розчинений.

Слід також зазначити, що швидкість зволоження зерна залежить і від розмірів зернівки. Добре розвинені великі зерна поглинають воду повільніше, ніж дрібні малорозвинені.

На швидкість зволоження зерна впливають також його хімічний склад та кліматичні умови вирощування. Зерно, вирощене у помірно теплих і вологих умовах, набуває вологості легше, ніж вирощене в посушливих жарких умовах.

Проникнення води у зерно залежить і від її сольового складу. Сульфат кальцію, який знаходиться у воді, реагує з поліфенольними речовинами оболонки зерна, знижує їх розчинність внаслідок утворення плівки, яка блокує мікрокапіляри і тим самим сповільнює проникнення води у зерно. Карбонат кальцію, який також знаходиться у воді, сприяє розчиненню й кращому екстрагуванню гірких речовин з оболонок і прискорює надходження води у зерно.

Хлориди та солі заліза сповільнюють процеси проростання, надають зерну неприємного бурого кольору, тому небажані у воді. Такий показник, як рН води, помітного впливу на процес замочування зерна не має. Жорсткість замочної води не повинна перевищувати 7 мг-екв/дм³.

Підвищення вологості зерна підсилює енергію дихання, що потребує більше кисню з відповідним збільшенням виділення діоксиду вуглецю. Дихання зерна відповідає анаеробному типу, при якому утворюються етанол, органічні кислоти та інші речовини, отруйні для зародка. При концентрації спирту близько 1 % у воді, в якій замочують зерно, зародок повністю гине.

Тому в період миття, дезінфікування та замочування у той час, коли зерно знаходиться під водою, потрібно проводити енергійну аерацію. При недостатній аерації зерно повністю може втратити життєздатність.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Втрати сухої речовини при замочуванні зерна становлять близько 1 %. При митті зерна суха речовина втрачається також з легкими домішками, що спливають (сплавом). Втрати зі сплавом залежать від ступеню очищення зерна на зерноочисних машинах перед замочуванням і коливаються від 0,1 до 2,2 %. Сплав сушать і використовують для годівлі худоби та птиці.

Є різні види та способи замочування зерна. *Основні види:* холодне (температура становить до 10 °C), звичайне (температура становить до 12-15 °C), тепле (до 20 °C) та гаряче (50-55 °C). [13]

Основні способи:

Повітряно-водяний спосіб. Зерно замочують, поперемінне витримуючи його то під водою протягом 4-6 год, то без води – 5-6 год. Для витіснення діоксиду вуглецю і насичення зерна киснем кожної години, незалежно від того знаходиться воно під водою чи без води, маса продувається стисненим повітрям. Замочування триває 60-70 год при температурі 10-15°C.

Недоліком є значні витрати стисненого повітря.

Спосіб замочування у безперервному потоці води і повітря. Проводиться без дезінфекції ячменю. Після миття зерна і випускання брудної води відкривають повітряний і водяний вентиля і через масу зерна знизу пропускають воду так, щоб на поверхні води весь час з'являлись бульбашки повітря. Надлишок води виводиться через сплавну коробку. Температуру води підтримують у межах 12-16°C.

Недоліки: додаткове обладнання, значні втрати води, не кожний ячмінь можна замочувати за допомогою цього засобу.

Переваги: час замочування скорочується до 40 год, замочений таким чином водочутливий ячмінь, проростає швидше і рівномірніше.

Повітряно-зрошувальний спосіб замочування. Цей спосіб передбачає періодичне чергування зрошування зерна водою і аерування. Після зняття сплаву, миття та дезінфекції зерно залишають у воді на 6 год. Потім воду зливають, зерно зрошують водою за допомогою форсунок та періодично аерують стисненим повітрям. Зрошення з періодичним аеруванням проводять 18...20 год, а потім зерно залишають під водою на 2...4 год. Після цього знову проводять зрошування з аеруванням протягом 10...12 год. і знову зерно витримують під водою 2...4 год. Такий режим повторюють до отримання необхідної вологості зерна.

Переваги: витрати води зменшуються в кілька разів, скорочується тривалість пророщування при такому способі замочування на 2-3 доби, зменшуються витрати стисненого повітря.

Недолік: ефективний у невеликих замочувальних апаратах. В інших випадках зрошувальне замочування вимитого зерна краще виконувати безпосередньо в апаратах для його пророщування.

Даною кваліфікаційною роботою було обрано оптимальний та найперспективніший в даний час метод – повітряно-зрошувальний при температурі 12-15 °C. Як дезінфектант використовується гіпохлорит натрію (NaClO).

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВИЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Пророщування ячменю. Зерно пророщують до максимального нагромадження активних ферментів і розчинення ендосперму, тобто до досягнення необхідних властивостей кінцевого продукту, який називається свіжопророслим солодом.

Якість свіжопророслого солоду в деякій мірі визначається розмірами і видом проростків (корінців), бо їхній розвиток органічно пов'язаний із хімічними й біохімічними процесами, що відбуваються в зерні при його пророщуванні. Рівномірність розвитку проростків та їхня довжина, яка не повинна перевищувати $\frac{2}{3}$ довжини зернівки, свідчать, що біотехнологічний процес пророщування проводився в оптимальних умовах.

Важливу роль при пророщуванні зерна відіграє також кисень, особливо у першій фазі росту, поки не з'являться проростки. Він бере участь в утворенні ряду ферментів, а також у розвитку зародка. Діоксид вуглецю на ранній стадії біологічної фази пророщування зерна викликає зниження життєвої активності зародка. На стадії розчинення підвищений вміст CO_2 до 8 % інгібує ріст зерна, але розчинення продовжується успішно.

Стимулює нагромадження й активізацію ферментів у зерні, а також прискорює дію гідролітичних ферментів в ендоспермі застосування гіберелінів A_1 , A_2 , A_3 . Дози їх, що додаються у воду на останній стадії замочування зерна становлять від 0,06 до 0,15 мг/кг.

Повітряно-зрошувальний спосіб замочування зерна забезпечує ефективно видалення продуктів його життєдіяльності у біологічній фазі росту і є гарним імпульсом до дії природних гіберелінів, які виробляє зародок при пробудженні до життя. Все це також сприяє скороченню періоду пророщування.

При солододорощенні відбуваються такі процеси:

- біологічні, пов'язані з проростанням зародка і синтезом нових речовин, а також диханням зерна. Довжина листа збільшується до $\frac{2}{3}$ - $\frac{3}{4}$ довжини зерна;
- біохімічні, що забезпечують гідроліз запасних речовин ендосперму;
- хімічні, що представляють собою взаємодію отриманих в результаті гідролізу речовин, внаслідок чого утворюються смакоароматичні сполуки;
- фізичні: пересування розчинених запасних речовин від ендосперму до зародка і назад.

Головне завдання при солододорощенні полягає в накопиченні ферментів і здійсненні цитолізу і протеолізу, при цьому втрати сухих речовин і ферментів повинні бути мінімальними.

Цитоліз - розчинення клітинних стінок при гідролізі β -глюканів і пентозанів, що входять до складу клітинних стінок. Схема розчинення представлена на рис. 1.2

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

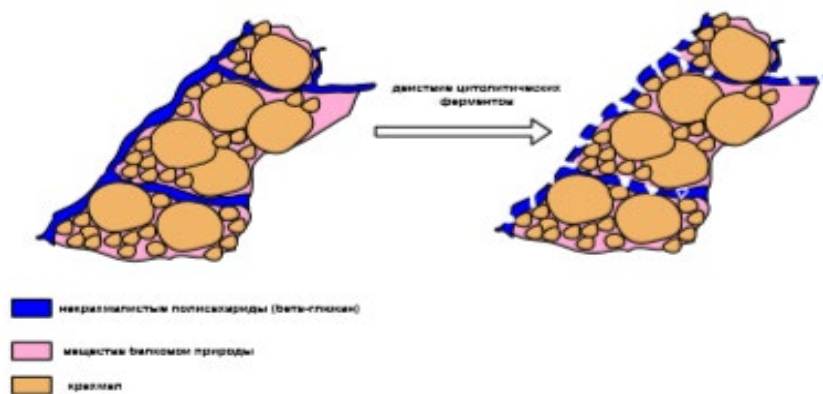


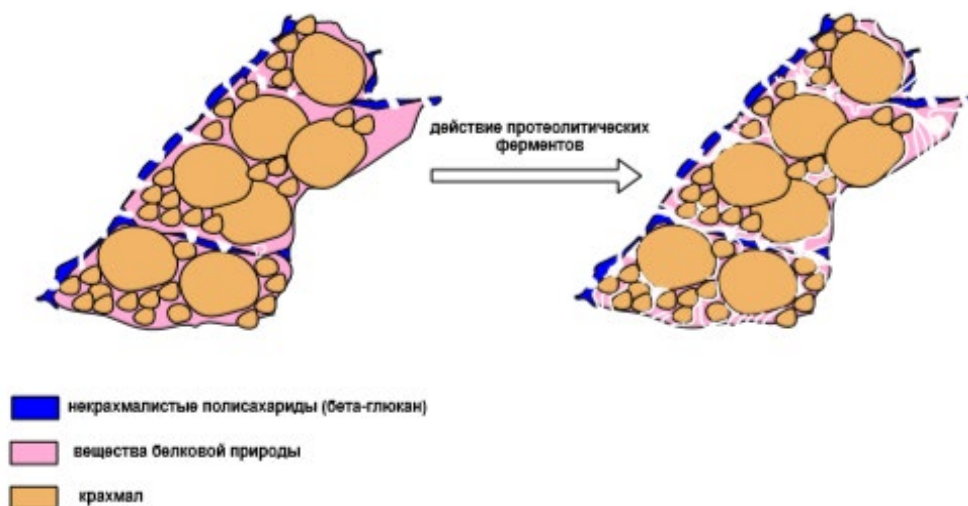
Рис.1.2 Схема цитолітичного розчинення клітинних стінок ендосперму

У пророщуваному зерні руйнування клітинної стінки починається біля зародка і далі поширюється від щитка. Отже, на початку пророщування β -глюканаза виділяється епітелієм щитка. Пізніше вона синтезується під впливом активації гіберелінової кислоти. Руйнування клітинних стінок спостерігається близько до алеїронового шару.

Максимальна активність β -глюканази досягається на п'ятий день пророщування. Всі цитолітичні ферменти можуть діяти тільки в комплексі загальних ферментативних реакцій, що протікають при солододорощенні, і жоден з них окремо, яким би ефективним не була його дія, не може досягти такого перетворення некрохмалистих полісахаридів, яке відбувається при пророщуванні зерна ячменю.

Руйнування целюлози і гуміречовин протікає тим швидше, чим вище активність ферментів, гідролізуючих інші некрохмальні полісахариди. Ферментативний гідроліз некрохмальних полісахаридів ячменю в процесі пророщування має величезне практичне значення. При цьому гідролізі стінки клітин ендосперму розчиняються і утворені в солоді амілази і протеїнази при затиранні сировини вільно проникають в них, гідролізуючи крохмаль і білок.

Протеоліз - це процес гідролізу білків, що входять до складу зерна, зокрема до складу клітин ендосперму (рис. 1.3).



					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Рис. 1.3. Розчинення білка в крохмальних клітинах ендосперму

При солододорощенні активність всіх пептидаз найбільшою мірою зростає в перші три доби. При сушінні солоду і в процесі затирання їх активність значно знижується. Значення активності пептидаз в солоді знаходиться на такому ж низькому рівні, як і на початку проростання ячменю.

Умови для прояву активності протеолітичних ферментів солоду в подальшому технологічному процесі створюються при затиранні зернопродуктів.

Важливим завданням солододорощення є активація і утворення амілолітичних ферментів.

Амілази ячменю і солоду складаються з двох ферментів: α -амілази і β -амілази, що розрізняються механізмом свого впливу на крохмаль. Проникнення α -амілази всередину клітин ендосперму полегшується дією цитолітичних ферментів, які руйнують стінки крохмалевмісних клітин, залишаючи проникний, для інших ферментів, каркас. Значна частина цукрів, що утворилися переміщається до зародка і бере участь в дихальному метаболізмі, що супроводжується синтезом АТФ, і проміжних продуктів, необхідних для побудови нових клітин.

У проростаючому зерні 7% α -амілази знаходиться в зародку, 93% - в ендоспермі. α -Амілаза активується тільки при пророщуванні ячменю. Накопичення α -амілази активно відбувається до четвертого дня росту зерна, а потім її вміст повільно зростає до свого максимуму в кінці пророщування.

Активність ферментів залежить від вологості і вмісту кисню в повітрі. Активатором ферменту є іони Ca^{2+} .

На рис. 1.3 показано точковий вплив ферменту на зерна крохмалю і триваюче розщеплення; при цьому добре видно чашоподібна будова крохмальних зерен. β -Амілаза міститься в непророслому ячмені в достатній кількості, і в міру проростання її активність різко збільшується. Максимальна активність β -амілази проявляється на 4-5-ту добу пророщування. [13]

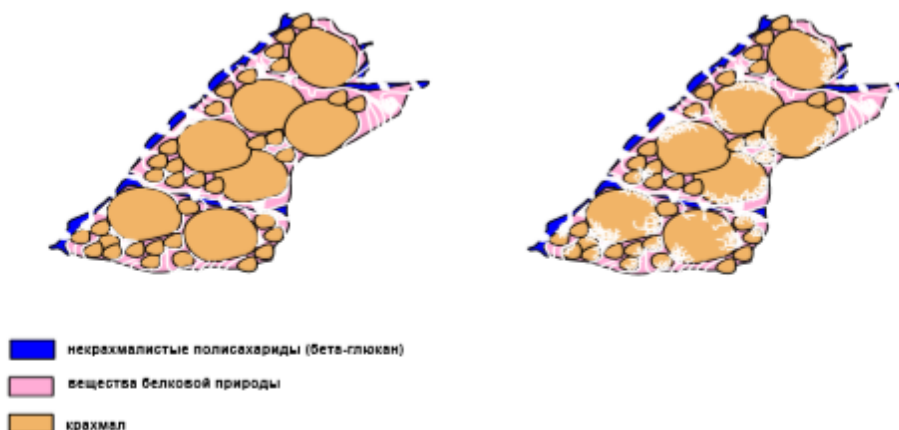


Рис. 1.4. Розщеплення крохмалю в клітинах ендосперму амілолітичними ферментами солоду

Існує два види солодовень: токові та пневматичні. Останні поділяються на ящикові та барабанні. [13]

Токова солодовня. Порядок і режим роботи: замочений ячмінь із замочувального апарата на ток вивантажують у період повітряної паузи за допомогою розвантажувальних візків і складають висотою 30-50 см. Перше перепопачування (аерація) ячменю роблять через 12 год. у подальшому слідкують, щоб температура не піднімалась вище 18°C. якщо зерно перегрівається, його знову перемішують.

У перші 3-4 доби пророщування в зерні нагромаджуються й активізуються ферменти, настає активне його дихання, інтенсифікуються процеси життєдіяльності зародка. При цьому в шарі зерна нагромаджується діоксид вуглецю, підвищується температура і випаровується волога, яка частково конденсується на поверхні шару зерна у вигляді роси. Зерно відпотіває, що характеризує нормальний технологічний режим солодоращення.

В останні 3-4 доби розчиняється ендосперм зерна. Шар зерна на цій стадії перемішують через 5-8 год. Одночасно в солоді нагромаджуються низькомолекулярні продукти гідролізу, такі як цукри та амінокислоти.

Тривалість пророщування ячменю становить 6-8 діб.

Недоліки: складність створює охолодження токової солодовні, висока собівартість солоду, низька питома продуктивність з одиниці площі, нераціональне використання приміщень, недостатня механізація трудомістких процесів.

Переваги: процес просто регулюється й контролюється.

Пневматичні солодовні. Принцип роботи пневмосолодовень заснований на продуванні через високий шар замоченого та проростаючого зерна зволоженим повітрям певної температури. При цьому досягається охолодження зерна, видаляється діоксид вуглецю і забезпечується забезпечення зерна киснем повітря.

Головні частини пневматичної солодовні: апарат для пророщування зерна та установка для продування повітря.

Ворошіння пророщуваного зерна забезпечується обертанням ростильного апарату або шляхом застосування спеціальних ворошителів.

Ящикові солодовні. Це приміщення, в яких розміщені прямокутні відкриті ящики з подвійним дном, верхнє з яких є сито. У наш час це найпоширеніший вид солодовень. Ящики монтують групами або індивідуально в закритих герметизованих камерах, що забезпечує голодування ячменю з накопиченням CO₂. Кількість ящиків відповідає тривалості пророщування зерна (діб); дуже часто це 8 ящиків. Співвідношення довжина ящика до ширини становить від 4:1 до 8:1. дуже довгі та вузькі ящики не дають можливості рівномірно продувати їх повітрям. Товщина стін ящика 16-20 см. З внутрішнього боку вони повинні бути гладкими. На їх поверхні закріплюють рейки, по яких переміщується шнековий (гвинтовий) або ковшовий (у випадку пересувної грядки) перегрівач.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Сита, на які завантажуються замочене зерно, виконуються із сталевих оцинкованих листів з живим перетином отворів не менше 20%. Для того щоб отвори сит не засмічувались, на кінцях спіралей перегрібала закріплюються гумові скребки. Дно ящика повинно мати достатній нахил для стікання води.

Порядок роботи у ящиковій солодовні. Подача замоченого або тільки вимитого ячменю у ящиках здійснюється разом з водою відцентровим насосом. За допомогою трубопроводу з випускними пристроями, що розміщується по довжині над серединою ящика, ячмінь розподіляється по його довжині і 2-3 проходами перегрібала вирівнюється рівним шаром. Вода стікає на дно ящика і відводиться у відстійний резервуар. Коли температура у грядці підвищиться на 2°C (це є показником висихання крапельної вологи з поверхні ячменю) включають вентиляцію і продувають ячмінь кондиційованим повітрям через кожні 1-2 год протягом 10-15 хв для видалення CO₂.

У перші 3-4 дні пророщування ячменю температура піднімається до 15-16°C. ворошіння ячменю спочатку проводять 2 рази на добу (іноді 3), потім інтервали збільшують до 16 год, а під кінець пророщування до 24, щоб запобігти надлишкового травмування ростків.

При безперервній вентиляції температура піднімається плавно і повільно.

Нагрівання повітря у грядці не вище 2°C все ж призводить до її підсихання і це нерідко викликає необхідність через перші 3-4 доби пророщування здійснити додаткове зрошення зерна.

Різновидом ящикової є **солодовня з пересувною грядкою**. Процес голодування ячменю у цій солодовні здійснюють в одному ящику, під ситовий простір якого висотою 0,4-0,6 м розділено на 14-16 окремих відділень, які вентилуються окремо. У кожному відділенні ячмінь перебуває 12 год, а потім перекидається ковшовим перегрібачем у наступне відділення. В результаті грядка пересувається по ящику і під кінець пророщування свіжопросолий солод тим самим перегрібачем вивантажується із ящика на конвеєр і подається на сушку.

Солодовні з пересувною грядкою повністю механізують процес солодування ячменю, але мають певні недоліки: вони менш гнучкі при регулюванні технологічних процесів; якщо за технологічних умов і не потрібно ворошіння, все ж солод доводиться перекидати в наступні відділення, щоб не розірвати безперервний процес; при широких ящиках відбувається прогинання валів і перегрібач поблизу стінок лишає непроворошений солод, який там схвачується і утворює «коржі»; перегрібач часто виходить з ладу, спостерігається травмування ростків, у результаті чого утворюється доступ мікроорганізмів до поживних речовин.

До переваг ящикових солодовень можна віднести: механізованість процесу солодування, можна в більшій мірі управляти факторами, які впливають на проростання зерна, економія площі солодовні і робочої сили.

Недоліки: значні витрати води і кондиційованого повітря, травмування ростків.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СՄЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Барабанні солодовні. Барабанна солодовня складається з ряду солодоростильних барабанів, кількість яких відповідає кількості діб пророщування ячменю. Це, як правило, 8 барабанів або 16, а то й більше.

Барабани для пророщування ячменю бувають двох типів: відкриті й закриті. Відкриті барабани широко не застосовуються і тепер не виготовляються. Це пов'язано з тим, що при застосуванні цих барабанів відпрацьоване вологе повітря виходить безпосередньо у приміщення солодовні й створюється незадовільні санітарні умови праці.

Закриті барабани мають суцільну поверхню і відрізняються від відкритих тим, що у них зерно, що проростає, ізольовано від навколишнього середовища.

Переваги: проростки солоду при ворошінні не травмуються, можливе голодування при герметизації і накопиченні CO₂.

Недоліки: складні у конструктивному відношенні, мають велику металоємкість, великі габарити й не придатні для солодовень великої виробничої потужності, барабани не випускаються місткістю понад 35 т. [9]

Суміщені (статичні) солодовні. Виробництво солоду за традиційною технологією потребує великої синхронності у роботі замочного, солодоростильного і сушильного агрегатів і пов'язано з великими витратами енергії та матеріалів. Збільшення потужності окремих апаратів обмежено і потребує значного дублювання, що ускладнює систему трубопровода й комунікацій на великих підприємствах. За цією технологією не завжди забезпечується гнучкість у регулюванні технологічних режимів, що викликаються якісними особливостями окремих партій ячменю.

Суміщення процесів замочування, пророщування і сушіння солоду в одному апараті дає змогу уникнути ряду названих недоліків. Такі солодовні з'явилися за кордоном у 60-ті роки і виправдали себе у роботі. Декілька таких солодовень експлуатується і в нашій країні, у тому числі на Бердичівському солодовому заводі. Пневматичні солодовні цього типу дозволяють виготовляти солод у ящиках величезного одночасного завантаження (500 т і більше), що має значний економічний ефект.

Режим роботи у цих солодовнях може бути такий: вимитий і продезинфікований ячмінь завантажують у ящик і продовжують замочувати його повітряно-зрошувальним засобом протягом 48 год. При двох перших зрошеннях перегрібач переміщується повільно при швидкому обертанні шнеків, забезпечуючи інтенсивне розподілення води у зерні. При наступних зрошеннях перегрібач переміщується з більшою швидкістю. Витрати води становлять 0,9 м³/т, лише на 50% більше теоретичної потреби, не враховуючи потреби води на миття й дезінфекцію зерна. У ящику при одночасному завантаженні 300 т ячменю для його продування повітрям працює 5 вентиляторів загальною потужністю 600 м³/год. Тривалість пророщування ячменю 5,5-6 днів, а весь цикл від завантаження до розвантаження включно займає 10 діб.

Переваги: економічно вигідні, механізовані.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Солодовні круглого перерізу. Солодоростильні апарати круглої форми бувають по одиночними, або в вигляді башні (декілька ярусів). Спочатку такі солодовні слугували статистичною солодоростильною установкою для замочування, пророщування та сушіння і використовувались в якості солодоростильно – сушильних ящиків.

Задача економії енергії привела до виділення стадії сушіння. Таким чином це обладнання використовується виключно для пророщування.

В залежності від розположення решітки та зворушувача їх розрізняють два види:

- з поворотним ситом та стаціонарною зворушувально – завантажувально-розвантажувальною машиною;
- з твердо закріпленим ситом та пересувним зворушувально – завантажувально-розвантажувальним пристроєм, що рухається по радіусу апарату.

Останні які зараз і використовують, адже в них менші затрати електроенергії в порівнянні пересувним ситом.

Дані поодинокі апарати такого типу будують у вигляді приміщення. Перший поверх якого є підситовим простором, а другий – надситовим. Завантаження здійснюється із центру, зверху апарату, за допомогою завантажувальної воронки, а розвантаження за допомогою розвантажувального центру (з середини ситового простору) на транспортер, що знаходиться в підситовому просторі.

Порядок роботи у солодовнях круглого перерізу аналогічний ящиковим солодовням, за винятком процесу загрузки та вивозки зерна. Дані солодовні обладнані шнековим зворушувачем карусельного типу, який повертається навколо центральної осі апарату як в одному, так і в іншому напрямках. Загрузка замоченого зерна та вивозка солоду, що проростає відбувається за допомогою горизонтального реверсивного шнеку, яким оснащений зворушувач, і який може змінювати своє положення по висоті для рівномірного розподілу зерна по днищу апарата.

Після загрузки апарата зерном включають вентиляцію і продувають ячмінь кондиційованим повітрям протягом 10-15 хв для видалення CO₂.

У перші 3-4 дні пророщування ячменю температура піднімається до 15-16°C. Ворошіння ячменю спочатку проводять 2 рази на добу (іноді 3), потім інтервали збільшують до 16 год, а під кінець пророщування до 24, щоб запобігти надлишкового травмування ростків.

При безперервній вентиляції температура піднімається плавно і повільно.

Нагрівання повітря у грядці не вище 2°C все ж призводить до її підсихання і це нерідко викликає необхідність через перші 3-4 доби пророщування здійснювати додаткове зрошення зерна, за допомогою розпилювальних форсунок.

Переваги. Механізованість, що зменшує затрати на ручну працю, більш сильний контакт кондиційованого повітря із пророщуваним зерном, що дає змогу одержати свіжопророслий солод рівномірної якості.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Недоліки. Основним недоліком є те, що під час зворощування та розвантажування травмуються ростки. [9]

Підготовка та продування повітрям. Кондиційоване повітря, яким продувається пророщуване зерно має бути мікробіологічно чистим, з оптимальною температурою у відповідний момент пророщування (від 8 до 16°C), повністю насиченим вологою та без механічних забруднень. Вологість повітря, яким продувається шар зерна, має бути 97-100%.

Нагрівати, за необхідності, повітря для солододорощення можна за рахунок змішування свіжого повітря з певною кількістю відпрацьованого (рециркуляція), зрошування повітря розпиленою теплою водою та водяною парою з котельні або чистою відпрацьованою парою в інших апаратах.

Охолоджується повітря безпосередньо в апаратах для підготовки кондиційованого повітря за допомогою розпилення холодної води або випарника холодильної установки.

Як для нагрівання й охолодження повітря, так і для його зволоження використовують форсунки, які забезпечують розпилення води до найменших часточок, їх монтують в апаратах для кондиціювання повітря або у солододорощильних апаратах безпосередньо під ситом.

Подачу кондиційованого повітря до проростаючого ячменю здійснюють за допомогою вентиляторів, або відсмоктування повітря. При витяжній системі, аерація зерна нерівномірна й температура у різних місцях неоднакова. Тому перевагу віддають нагнітальній системі, так як повітря розподіляється більш рівномірно.

Подача повітря може проводитись періодично або безперервно. Безперервне продування повітря порівняно з періодичним має ту перевагу, що пророщуваний ячмінь весь час знаходиться тільки при потрібній температурі і відводиться лише теплота, що виділяється при диханні. Витрати повітря при цьому менші, ніж при періодичному продуванні.

Стимулятори пророщування. Вплинути на механізм пророщування, щоб досягти швидших ефектів, можна шляхом введення певних речовин, які називають регуляторами пророщування, або застосуванням певних впливів. Існують три групи методів інтенсифікації процесів солододорощення:

- Фізичні;
- Біохімічні;
- Хімічні.

Фізичні, біохімічні та хімічні методи інтенсифікації процесу солододорощення наведені у табл. 2.2, 2.3, 2.4 відповідно.

Таблиця 2.2- Фізичні методи інтенсифікації процесу солододорощення

Спосіб оброблення	Результат дії
Обробка в ультразвуковому полі при частоті 800 кГц протягом 1-10 хв.	• Збільшення енергії проростання в 2 рази внаслідок активування окисно-відновних процесів;
Обробка електромагнітними полями високої частоти (20-80 мГц)	• Стимулювання розвитку зародка; • Прискорення ферментативних процесів.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

1	2
Обробка електричним полем напругою 12,8 кВ і тривалістю 10 хв	• Підвищення здатності до проростання на 7-10%; • Покращення розчинності ендосперму; • Підвищення ферментативної активності; • Прискорення проростання.
Механічне часткове руйнування оболонки зерна	• Прискорюється водопоглинання; • Скорочення терміну замочування у 2 р.; • Підвищення активності амілолітичних ферментів; • Скорочення приготування солоду на 25%.

Висновок: Не зважаючи на значний ефект, вище зазначені методи не знайшли широкого застосування, оскільки вони потребують значних енергозатрат і використання дорогого устаткування.

Таблиця 2.3 - Біохімічні методи інтенсифікації процесу солодорушення

Спосіб оброблення	Результат дії
Обробка сумішшю ферментів (целюлаза + пектиназа + ксиланаза)	• Прискорює проникність води через оболонку і розчинність клітинних стінок; • Збільшення виходу екстракту на 2-3%; • Зменшуються втрати СР на 2-5%.
Використання в якості регулювання росту тіаміна, рибофлавіна, біотина	• Регулювання активності окисно-відновних ферментів зародку; • Підвищення якості солоду; • Зменшення тривалості солодорушення.
Використання екстракту з бруньків (берези, бузини, тополі та ін.)	• Підвищення ферментативної активності солоду; • Зниження втрат СР на дихання.

Висновок: ці методи достатньо ефективні, але в промисловості вони також не знайшли широкого використання.

Таблиця 2.4 - Хімічні методи інтенсифікації процесу солодорушення

Спосіб обробки	Результат дії
Обробка гібереліновою кислотою	• Прискорення процесу солодорушення на 1-2 доби; • Підвищення виходу екстракту на 1%
Обробка лужними розчинами	• Стимулює вилужуванню поліфенольних речовин з оболонки; • Прискорення процесу замочування
Обробка розчином перексиду водню	• Прискорення проростання зерна; • Підвищення проникності води
Обробка діамонійфосфатом	• Позитивний вплив на інтенсивність проростання зерна
Обробка молочною кислотою	• Покращує розчинність ендосперму; • Підвищення амілолітичної активності

Висновок: вищезазначені методи набули більш широкого застосування.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Найбільш поширеним стимулятором росту є гіберелінова кислота (А3), яка міститься також в непророслому зерні, але в невеликих кількостях. Вона є продуктом речовин пліснявого гриба *Fusarium moniliforme* і являє собою білий кристалічний порошок.

Гіберелін при низькій концентрації стимулює метаболізм зародка, а пізніше, в більш високій концентрації, діє на активацію і синтез ферментів усіх груп (амілолітичних, протеолітичних і цитолітичних). Механізм дії із схеми біохімічних перетворень різних частин пророщуваного зерна під дією гіберелінової кислоти зображено на рис. 1.5. [8]

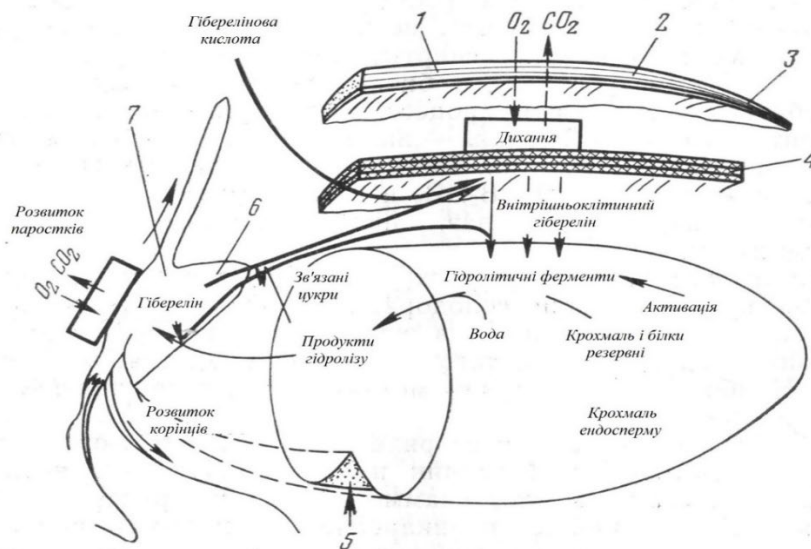


Рис. 1.5 - Механізм дії біохімічних перетворень різних частин пророщуваного зерна під дією гіберелінової кислоти (1 – оболонка; 2 – оболонка, яка гальмує газообмін; 3- теста; 4 – алейроновий шар; 5- брюшна бороздка; 6 – щиток; 7 – вісь зародка)

Застосовують цей препарат у водних розчинах, для чого її розраховану кількість попередньо розчиняють у спирті або ацетоні (1 г у 50 мл), і цей розчин розводять в потрібній кількості води. Даний розчин готують не більше ніж за добу до застосування, оскільки гіберелінова кислота розкладається і її дія слабне. Підготовлений розчин вприскують в пророщуваний матеріал через форсунки із зжатым повітрям або подають за допомогою насоса. Розпилюючи форсунку встановлюють на зворушувачі в апаратах для пророщування і розпилення проводять при ворушінні. Гіберелінову кислоту слід додавати лише своєчасно. Вона найбільш ефективна у тому випадку, якщо її розпиляти на наклюнувший ячмінь, з якого стекла вода. Тоді розчин залишається на зерні і буде швидко поглинутий зародком.

Кількість додавання гіберелінової кислоти складає 0,03-0,08 г на 1 т ячменю. Величина додавання залежить від сорту і року врожаю ячменю, а також від моменту солододорощення. Так як гіберелінова кислота скорочує час спокою зародка, то максимальну її кількість додають на початку обробки, в подальшому її зменшують.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ	Арк.
					ВИРОБНИЦТВА СВИЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даною роботою було обрано солодоростильний апарат круглого перерізу в кількості 6 штук з твердо закріпленим ситом та пересувним зворушувально – завантажувально – розвантажувальним пристроєм, що рухається по радіусу апарату. Ящики розміщені один над одним, у вигляді башні, що сприяє економії електроенергії та витрат води, завдяки відсутності примусового транспортування солоду, а він транспортується самопливом під дією сили тяжіння по вертикальній трубі, що проходить по центру крізь всіх ящики. Також передбачено застосування стимулятора пророщування – гіберелінової кислоти в передбаченій кількості.

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Очищений і відсортований ячмінь із зерносховища подають на норію 1, за допомогою якої транспортують на шнековий транспортер 2, звідки зерно направляється на автоматичні ваги 3, де відважується необхідна кількість ячменю, згідно потужності заводу. Після зважування зерно самопливом направляється в апарат для миття та замочування 4. На стадії миття в апарат подається вода зі свердловини, дезінфектант гіпохлорит натрію (NaClO) з ємності для дезінфектанту 12 та стиснене повітря з повітродувки 11, для забезпечення інтенсивного миття сировини. Під час стадії замочування обраним способом, вода розпилюється над шаром зерна за допомогою спеціального механізму вбудованих форсунок, а стиснене повітря для аерації подається з повітродувки 11. В кінці стадії замочування з лабораторії додають активатор росту - гіберелінову кислоту. Сплав відводиться за допомогою сплавної трубки в середині апарата на дугове сито 8, звідки брудну воду направляють на очищення та в каналізацію, частина відпрацьованої води направляється у збірник повторного використання води, а тверді частинки сплаву відправляються на реалізацію. Вуглекислий газ відводиться в атмосферу за допомогою вентилятора 5. Після замочування ячмінь самопливом подається в солодоростильний ящик 6. У солодоростильному апараті солод розрихлюють зворушувачем солоду 7, для забезпечення найбільш рівномірної його аерації. Для аерації солоду в підситовому просторі знаходиться камера кондиціювання, куди, за допомогою вентилятора 5 надходить повітря з навколишнього середовища, через калорифер 9 і розпилювальні форсунки для води воно кондиціюється до температури на $1-2^{\circ}\text{C}$ нижче за температуру солоду, після чого, стиснене повітря проходить крізь шар зерна видаляючи вуглекислий газ, який відводиться в атмосферу. Відпрацьоване повітря частково рециркулює для змішування і повторного використання в якості кондиційованого повітря. Після пророщування свіжопросійний солод самопливом направляється на стрічковий транспортер 10 і подається на сушіння.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА СՎІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

Вимоги до солоду пивоварного ячмінного регламентуються у ДСТУ 4282:2004 "Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні вимоги." [7].

У залежності від якості світлий ячмінний солод поділяють на 3 класи: високої якості, перший та другий. Органолептичні та фізико-хімічні показники світлого і темного ячмінного солодів наведені у табл. 3.1 та табл. 3.2 відповідно.

*Таблиця 3.1 – Органолептичні показники світлого і темного солоду
(згідно ДСТУ 4282:2004)*

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

*Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники світлого і темного солоду
(згідно ДСТУ 4282:2004)*

Назва показника	Норма для типів солоду			
	Світлого			Темного
	Високої якості	I класу	II класу	
1	2	3	4	5
Просів через сито(2.2x20)мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5	0,3
Кількість зерен, %:				
• мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
• склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
• темних, не більше	Не дозвол.	Не дозвол.	4,0	10,0
Масова частка вологи (вологість), %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, % не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5	Не більше 3,5

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

Закінчення табл. 3.2

1	2	3	4	5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	-
Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду(число Кольбаха), %	39-41	37-41	-	-
Розчинний азот у солоді(на сухій основі), %	0,75-0,70	0-69-0,65	0,64-0,55	-
Тривалість оцукрювання, хв, не більше	10	15	25	-
Лабораторне сусло:				
Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0.1 моль/дм ³ на 100 см ³ води	Не більше 0,18	Не більше 0,23	Не більше 0,40	0,49-1,40
або в одиницях ЕВС	Не більше 3,2	Не більше 4,0	Не більше 6,6	8-20
Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ розчину гідрооксиду натрію на 100 см ³ сусла	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3	-
Прозорість(візуально)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесценція	-
Кінцева ступінь зброджування, %	79-81	75-78	70-74	-
В'язкість, МПа·с за 20°C	1,45-1,54	1,55-1,60	1,61-1,78	-

3.2 Характеристика сировини

Ячмінь. Основною сировиною для виробництва світлого ячмінного солоду є пивоварний ячмінь.

Вимоги до ячменю. За якісними показниками пивоварний ячмінь має відповідати вимогам ДСТУ 3769-98 "Ячмінь. Технічні вимоги.", у якому також наведені посилання на нормативно – технічну документацію, що передбачає правила приймання, відбору проб та стандарті методи контролю. Основні фізико–хімічні показники якості пивоварного ячменю наведені в табл. 3.3. [6]

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 3.3 – Фізико–хімічні показники пивоварного ячменю (згідно ДСТУ 3769 – 98)

Показники	1 класу	2 класу
Колір	Світло-жовтий або жовтий	Світло-жовтий або сірувато-жовтий
Запах	Властивий нормальному зерну ячменю (без затхлого запаху солоду, плісеневого та без сторонніх запахів)	Властивий нормальному зерну ячменю (без затхлого запаху солоду, плісеневого та без сторонніх запахів)
Стан	Здоровий, що не зігрівається	Здоровий, що не зігрівається
Вологість,% не більше	14,5	15,0
Сміттєві домішки,% не більше	1,0	2,0
У тому числі шкідливі	0,2	0,2
Зернові домішки,% не більше	2,0	5,0
Дрібні зерна,% не більше	5,0	7,0
Крупність,% не менше	85,0	70,0
Здатність до проростання,% не менше (для зерна, досліджуваного не раніше як за 45 днів після збирання)	95,0	92,0

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Вода. Вода для виробництва солоду, пива повинна відповідати вимогам стандарту на питну воду ДСанПін 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною." [5].

Воду, що використовують для виробництва солоду, по призначенню підрозділяють на технічну та технологічну. Основна вимога до технологічної води – її відповідність державному стандарту на питну воду. Органолептичні показники на питну воду наведені в табл. 3.4. [5]

Вода не має містити інші компоненти, спроможні змінювати її органолептичні властивості – цинк, поверхнево – активні речовини, нафтопродукти, фенол в концентраціях, що визначаються стандартними методами досліджень.

За мікробіологічними показниками питна вода має відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.5. [5]

За токсикологічними показниками питна вода повинна відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.6. [5]

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

Таблиця 3.4 - Органолептичні показники питної води

Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи, не більше	Клас небезпеки
Запах	бали	2	
Каламутність	НОК	1,0	
Забарвленість	градуси	20	
Смак та присмак	бали	2	
Водневий показник рН, в діапазоні	Одиниці	6,5-8,5	
Мінералізація загальна (сухий залишок)	Мг/дм ³	1000	
Жорсткість загальна	Мг-екв/дм ³	7,0	
Сульфати	Мг/дм ³	250	4
Хлориди	Мг/дм ³	250	4
Мідь	Мг/дм ³	1	3
Марганець	Мг/дм ³	0,05	3
Залізо	Мг/дм ³	0,2	3
Хлорфеноли	Мг/дм ³	0,0003	4

Примітка: НОК – нефелометричні одиниці каламутності (1НОК= 0,58 мг/дм³).

Таблиця 3.5 - Мікробіологічні показники питної води

Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи, не більше
Число бактерій 1 см ³ води, що досліджується	Колонії утворюючі одиниці (мікроорганізми)/см ³	1000
Число бактерій групи кишкових паличок	Колонії утворюючі одиниці (мікроорганізми)/дм ³	3
Число термостабільних кишкових паличок	Колонії утворюючі одиниці (мікроорганізми)/100 см ³	Відсутність
Число патогенних мікроорганізмів в 1 дм ³ води, що досліджується	Колонії утворюючі одиниці (мікроорганізми)/дм ³	Відсутність

Таблиця 3.6 - Токсикологічні показники нешкідливості неорганічних компонентів хімічного складу питної води

Найменування Показників	Одиниці виміру	Нормативи, не більше	Клас небезпеки
Алюміній	Мг/дм ³	0,2	2
Барій	Мг/дм ³	0,1	2
Миш'як	Мг/дм ³	0,01	2
Селен	Мг/дм ³	0,01	2
Свинець	Мг/дм ³	0,01	2
Нітрати	Мг/дм ³	50	3

Допоміжні матеріали. Характеристика допоміжних матеріалів що використовуються в даній роботі наведена в табл. 3.7.

Таблиця 3.7- Характеристика допоміжних матеріалів

№ пор.	Матеріал	Стандарт чи технічні умови	Вміст основного компоненту	Класифікація
1	Гіпохлорит натрію марки А	ГОСТ 11086-76		Технічна
2	Гіберелінова кислота АЗ			Технічна

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк. 40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Розрахунки продуктів виробництва передбачають визначення необхідної кількості відсортованого (і відповідно товарного) ячменю, а також кількості проміжних продуктів і відходів на технологічних стадіях виробництва солоду. [14]

Розрахунки проводять на 100 кг товарного ячменю.

Вихідні дані: 25 тис. тон на рік, 80% світлого солоду, 20% темного.

Солод світлий і темний ячмінний. Згідно з нормами технологічного проектування приймаємо величини втрат і відходів, % до маси товарного ячменю, які наведені у табл. 4.1. [14]

Таблиця 4.1 – Технологічні норми втрат і відходів

Показники	Масова частка втрат, %	
	Світлий солод	Темний солод
Втрати під час транспортування і розвантажування ячменю	0,15	0,15
Під час зберігання	0,1	0,1
Відходи:		
Сміттєві домішки	1,6	1,6
Зернові домішки	4,2	4,2
Ячмінь II сорту (схід з сита з розмірами отворів 2,2x20 мм)	6,2	6,2
Втрати на екстрагування водою під час замочування	0,6	0,6
На дихання у процесі пророщування	5,7	7,2
Відходи зі сплавом	1,0	1,0
На відділення ростків	4,3	5,0

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

Детальний розрахунок продуктів по стадіях виробництва проводять за балансом сухої речовини, а потім складають зведену таблицю розрахунків продуктів.

4.2 Продуктові розрахунки

1. Солод світлий ячмінний.

Очищений і відсортований ячмінь. Під час розвантажування товарного ячменю втрачається 0,15 % його, або 0,15 кг. На очистку надходить ячменю:

$$100 - 0,15 = 99,85 \text{ кг}$$

Після первинної очистки вилучається 1,6 % або 1,6 кг сміттєвих домішок і 4,2 %, або 4,2 кг домішок зернових.

На зберігання ячменю надходить:

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

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

Під час зберігання втрачається 0,1 %, або 0,1 кг ячменю.

На вторинну очистку знаходить ячменю:

$$94,05 - 0,1 = 93,95 \text{ кг}$$

У процесі сортування відходить 6,2% або 6,2 кг II сорту і залишається:

$$93,95 - 6,2 = 87,75 \text{ кг}$$

Замочений ячмінь. Очищений і відсортований ячмінь вологістю 15 % містить сухої речовини:

$$\frac{87,75 (100 - 15)}{100} = 74,59 \text{ кг}$$

У процесі замочування зі сплавом і на розчинення витрачається приблизно сухої речовини:

$$1,0 + 0,6 = 1,6\% \\ \text{або}$$

$$74,59 \cdot 0,016 = 1,19 \text{ кг}$$

У замоченому ячмені сухої речовини залишається:

$$74,59 - 1,19 = 73,40 \text{ кг}$$

Маса замоченого ячменю вологістю 43% становитиме:

$$73,40 \frac{100}{100 - 43} = 128,77 \text{ кг}$$

Сплав. У сплаві сухої речовини міститься:

$$74,59 \cdot 0,01 = 0,75 \text{ кг}$$

Сплав вологістю 30% отримують:

$$0,75 \frac{100}{100 - 15} = 0,88 \text{ кг}$$

Свіжопророслий солод. Під час пророщування замоченого ячменю на дихання зерна сухої речовини витрачається 5,7% або:

$$73,40 \cdot 0,057 = 4,18 \text{ кг}$$

У свіжопророслому солоді сухої речовини залишається:

$$73,40 - 4,18 = 69,22 \text{ кг}$$

Маса свіжопророслого солоду вологістю 42% становитиме:

$$69,22 \frac{100}{100 - 42} = 119,34 \text{ кг}$$

Свіжовисушений солод. З вилученими паростками втрачається 4,3 % сухої речовини ячменю, або:

$$74,59 \cdot 0,043 = 3,21 \text{ кг}$$

У свіжовисушеному солоді сухої речовини залишається:

$$69,22 - 3,21 = 66,01 \text{ кг}$$

Маса свіжовисушеного солоду вологістю 3% становитиме:

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

$$66,01 \frac{100}{100 - 3} = 68,05 \text{ кг}$$

Паростки. Маса паростків вологістю 10% дорівнюватиме:

$$3,21 \frac{100}{100 - 10} = 3,57 \text{ кг}$$

Вилежаний солод. Маса вилежаного солоду вологістю 5,2% становитиме:

$$66,01 \frac{100}{100 - 5,2} = 69,63 \text{ кг}$$

Готовий солод. У процесі зберігання вилежаний солод втрачає 0,15% маси, або:

$$69,63 * 0,0015 = 0,10 \text{ кг}$$

Маса готового солоду становитиме:

$$69,63 - 0,10 = 69,53 \text{ кг}$$

Вихід солоду. Вихід готового солоду на 100 кг очищеного і відсортованого ячменю становитиме:

$$\frac{69,53}{87,75} * 100 = 79,24\%$$

2. Солод темний ячмінний.

Очищений і відсортований ячмінь. Під час розвантажування товарного ячменю втрачається 0,15 % його, або 0,15 кг. На очистку надходить ячменю:

$$100 - 0,15 = 99,85 \text{ кг}$$

Після первинної очистки вилучається 1,6 %, або 1,6 кг сміттєвих домішок і 4,2 %, або 4,2 кг домішок зернових.

На зберігання ячменю надходить:

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

Під час зберігання втрачається 0,1 %, або 0,1 кг ячменю.

На вторинну очистку надходить ячменю:

$$94,05 - 0,1 = 93,95 \text{ кг}$$

У процесі сортування відходить 6,2% або 6,2 кг II сорту і залишається:

$$93,95 - 6,2 = 87,75 \text{ кг}$$

Замочений ячмінь. Очищений і відсортований ячмінь вологістю 15 % містить сухої речовини:

$$\frac{87,75 (100 - 15)}{100} = 74,59 \text{ кг}$$

У процесі замочування зі сплавом і на розчинення витрачається приблизно сухої речовини:

$$1,0 + 0,6 = 1,6\% \\ \text{або}$$

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

$$74,59 \cdot 0,016 = 1,19 \text{ кг}$$

У замоченому ячмені сухої речовини залишається:

$$74,59 - 1,19 = 73,40 \text{ кг}$$

Маса замоченого ячменю вологістю 43% становитиме:

$$73,40 \frac{100}{100 - 43} = 128,77 \text{ кг}$$

Сплав. У сплаві сухої речовини міститься:

$$74,59 \cdot 0,01 = 0,75 \text{ кг}$$

Сплаву вологістю 30% отримують:

$$0,75 \frac{100}{100 - 15} = 0,88 \text{ кг}$$

Свіжопророслий солод. Під час пророщування замоченого ячменю на дихання зерна сухої речовини витрачається 7,2% або:

$$73,40 \cdot 0,072 = 5,28 \text{ кг}$$

У свіжопророслому солоді сухої речовини залишається:

$$73,40 - 5,28 = 68,12 \text{ кг}$$

Маса свіжопророслого солоду вологістю 42% становитиме:

$$68,12 \frac{100}{100 - 42} = 117,45 \text{ кг}$$

Свіжовисушений солод. З вилученими паростками втрачається 5,0 % сухої речовини ячменю, або:

$$74,59 \cdot 0,05 = 3,73 \text{ кг}$$

У свіжовисушеному солоді сухої речовини залишається:

$$68,12 - 3,73 = 64,39 \text{ кг}$$

Маса свіжовисушеного солоду вологістю 3% становитиме:

$$64,39 \frac{100}{100 - 3} = 66,38 \text{ кг}$$

Паростки. Маса паростків вологістю 10% дорівнюватиме:

$$3,73 \frac{100}{100 - 10} = 4,14 \text{ кг}$$

Вилежаний солод. Маса вилежаного солоду вологістю 5,2% становитиме:

$$64,39 \frac{100}{100 - 5,2} = 67,92 \text{ кг}$$

Готовий солод. У процесі зберігання вилежаний солод втрачає 0,15% маси, або:

$$67,92 \cdot 0,0015 = 0,10 \text{ кг}$$

Маса готового солоду становитиме:

$$67,92 - 0,10 = 67,82 \text{ кг}$$

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

Вихід солоду. Вихід готового солоду на 100 кг очищеного і відсортованого ячменю становитиме:

$$\frac{67,82}{87,75} * 100 = 77,29\%$$

Розрахунки продуктів заносимо у табл. 4.2. [14]

Таблиця 4.2 – Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва солоду

Продукт	Кількість продуктів виробництва солоду, кг								
	На 100 кг товарного ячменю		На 100 кг очищеного ячменю		На 100 кг готового солоду		На річний випуск солоду (25000000 кг)		
	Світлий	Темний	Світлий	Темний	Світлий	Темний	Світлий (2000000 кг)	Темний (5000000 кг)	Весь солод (25000000 кг)
Ячмінь:									
товарний	100,0	100,0	114,0	114,0	143,82	147,45	28764000	7372500	36136500
очищений і відсортований	87,75	87,75	100,0	100,0	126,18	129,39	25236000	6469500	31705500
II сорту	6,20	6,20	7,07	7,07	8,92	9,14	1784000	457000	2241000
Домішки:									
смітєві	1,60	1,60	1,82	1,82	2,30	2,36	460000	118000	578000
зернові	4,20	4,20	4,79	4,79	6,04	6,19	1208000	309500	1517500
Ячмінь замочений	128,77	128,77	146,80	146,80	185,17	189,87	37034000	9493500	46527500
Сплав вологий	1,07	1,07	1,22	1,22	1,54	1,58	308000	79000	387000
Солод:									
свіжопророслий	119,34	117,45	136,05	133,9	171,61	173,18	34322000	8659000	42981000
свіжовисушений	68,05	66,38	77,57	75,67	97,86	97,88	19572000	4894000	24466000
Паростки	3,57	4,14	4,07	4,72	5,13	6,10	1026000	305000	1331000
Солод:									
вилежаний	69,63	67,92	79,37	77,43	100,13	100,15	20026000	5007500	25033500
товарний	69,53	67,82	79,24	77,31	100,00	100,00	20000000	5000000	25000000

4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

В якості допоміжного матеріалу – дезінфектанту – в даній кваліфікаційній роботі виступає гіпохлорит натрію у кількості 0,41 м³ на 1 тону відсортованого ячменю згідно з нормами технологічного проектування.

Потужність солодового цеху – Q = 25 000 тонн солоду на рік.

Кількість ячменю, що необхідна для виробництва 25 000 тонн солоду на рік:

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

$$Q_{\text{річне}} = Q * 1,44 = 25\,000 * 1,44 = 36\,000 \text{ тонн ячменю}$$

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

Маса ячменю, як а надходить на замочування щодоби:

$$G_{\text{доб.}} = \frac{Q_{\text{річне}}}{330} = \frac{36000}{330} = 110 \text{ т}$$

де: 330 – кількість днів роботи солодового заводу за рік, дні [14].

Витрати дезінфектанту на добову потужність 110 т:

$$110 * 0,41 = 45,1 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Річні витрати:

$$45,1 * 330 = 14\,883 \text{ м}^3$$

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

5 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

5.1 Розрахунок і підбір обладнання

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

Норія для ячменю. До встановлення підбираємо норію У2-УН-100 з електродвигуном 15 кВт. та з насипною густиною ячменю $0,65 \text{ т/м}^3$. Зерно подається протягом 2,5 год.

Тоді норія буде працювати з продуктивністю:

$$\Pi = \frac{G_{\text{доб}}}{2,5} = \frac{110}{2,5} = 44 \text{ т/год}$$

тоді паспортна продуктивність норії буде:

$$P_n = \Pi * \frac{\rho_{\text{ячм}}}{P} = 44 * \frac{0,65}{0,75} = 38,2 \text{ т/год}$$

де: Π – продуктивність норії, т/год ; $\rho_{\text{ячм}}$ - об'ємна маса ячменю, т/м^3 ;

P – продуктивність завантаженого ячменю, $P = 0,75 \text{ т/м}^3$

Автоматичні ваги. Ваги для ячменю підбираємо по потужності транспортних механізмів. Приймаємо для встановлення ваги «Vollenda» продуктивністю 8-25 т/год і габаритними розмірами: 1220*930*1440 мм. Кількість - 7 штук.

Апарати для миття та замочування. Необхідний загальний об'єм всіх апаратів для миття і замочування розрахуємо за формулою :

$$V_{\Pi} = \frac{G_{\text{доб}}}{\rho_{\text{ячм}} * 0,9} * K = \frac{110 * 1,45}{0,65 * 0,9} = 273 \text{ м}^3$$

де: 0,9 – коефіцієнт заповнення апарата; $K=1,45$ – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму зерна після замочування.

Вибираємо 2 апарати об'ємом 140 м^3 кожний.

Для замочування на 2 доби кількість апаратів становитиме:

$$2 \cdot 2 = 4 \text{ апаратів (+1 запасний)}.$$

Конічну частину апарата розраховують за формулою:

$$h_k = \frac{V}{\frac{1}{3} * r^2} = \frac{30}{9} = 3,3 \text{ м}$$

Апарати циліндричної форми: $D = 6000 \text{ мм.}$, $h_{\text{цил.}} = 3900 \text{ мм.}$, $h_{\text{кон.}} = 3300 \text{ мм.}$, маса = 15,4 т.

Збірник для повторного використання води розраховуємо, виходячи з об'єму відпрацьованої води, яка надходить з апарату для миття і замочування. Кількість відпрацьованої води становить:

$$Q_v = 2,0 * 110 + 0,2 * 110 = 242 \text{ м}^3,$$

де: 2,0 – витрати води на миття 1 т ячменю, м^3 ,

0,2 – витрати на зрошування 1 т ячменю, м^3 .

Приймаємо 3 збірника об'ємом по 100 м^3 кожний.

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо геометричні розміри. Приймаємо об'єми конічної та циліндричної частин 25 і 75 м³ відповідно. Діаметр апарата = 8 м.

Конічну частину апарата розраховують за формулою:

$$h_k = \frac{V_k}{\frac{1}{3} * r^2} = \frac{25}{5,33} = 4,7 \text{ м}$$

Циліндричну частину апарата розраховують за формулою:

$$h_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{ц}}}{\frac{1}{3} * r^2} = \frac{75}{5,33} = 14 \text{ м}$$

Ємкість для дезінфектанту. Ємкість для дезінфікуючого розчину розраховуємо виходячи із норм витрат дезінфектанту на 1 тону замочуваного ячменю. На 1 тону відсортованого ячменю іде 0,41 м³ гіпохлориту натрію.

Для замочування 110 т ячменю за добу необхідно:

$$110 * 0,41 = 45,1 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Приймаємо бак для дезінфектанту об'ємом 60 м³ з діаметром 5 м, тоді висота дорівнюватиме:

$$h = \frac{V}{\frac{d^2}{4} * \pi} = \frac{60}{6,25 * 3,14} = 3,1 \text{ м}$$

Солодоростильний апарат.

Площа поверхні сита одного ящика при висоті замоченого ячменю 1.2 м буде:

$$F_{\text{я}} = 1,45 * \frac{G_{\text{доб}}}{0,65 * h_{\text{я}}} = 1,45 * \frac{110}{0,65 * 1,2} = 204,5 \text{ м}^2$$

де: $h_{\text{я}}$ - висота шару замоченого ячменю на ситах, м, ($h_{\text{я}}$ =0,7-1,5 м.)

Розрахунок навантаження на ситову решітку:

Прийmemo середнє навантаження на 1 м² сита - 550 кг/м² [19], то площа ситової решітки на якій пророщується ячмінь буде :

$$S = \frac{110000}{550} = 200 \text{ м}^2$$

Площа центральної труби на центральній осі

$$S = \frac{\pi * r^2}{2} = \frac{3,14 * 1,5^2}{2} = 2,4 \text{ м}^2$$

Загальна площа сита $200 + 2,4 = 202,4 \text{ м}^2$

Тоді діаметр апарату буде:

$$D = \sqrt{\frac{202,4}{3,14}} = 8,03 \text{ м}$$

Розрахунок зворушувачів:

Зворушувально-розвантажувальна машина рухається по радіусу кола, проте 1 м діаметру солодоростильного апарату складає розвантажувальний

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

центр, тому відстань яку займають зворушувачі в солодоростильному апараті буде:

$$L = \frac{8-1}{2} = 3.5 \text{ м}$$

Оскільки відстань між зворушувачами повинна складати не менше 0,58 м, то кількість зворушувачів повинна бути:

$$Q_{зв} = \frac{3,5}{0,58} = 6,1 \approx 7$$

Приймаємо кількість зворушувачів 7 шт.

Завантажується апарат з гори, із центру солодоростильного апарату, безпосередньо із транспортера за допомогою пересипачатої завантажувальної воронки, а розповсюджується по всій площині апарату, за допомогою шнека, довжиною рівної радіусу апарату, без розвантажувального центра (відстань, що займають зворушувачі), тобто 3,5 м. Розвантаження здійснюється теж за допомогою цього ж шнека до розвантажувального центру, а далі йде розвантаження із під ситового простору за допомогою, стрічкового транспортера.

Камера кондиціонування. Параметри повітря в камері кондиціонування повітря для солодоростильного ящика, що вміщує 110 т ячменю 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 :

$$Q_k = V_{п.п} (h_{вх} - h_k),$$

де: $V_{п.п}$ – питомі витрати кондиціонованого повітря, м³/(т·год);

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

Для пророщування 1 т ячменю потрібно 61 190 м³ кондиціонованого повітря. За умови шестидобового пророщування і при коефіцієнті нерівномірності продування 2,3 питомі витрати повітря становитимуть [14]:

$$V_{пит} = \frac{61190 \cdot 2,3}{6 \cdot 24} = 977,3 \text{ м}^3$$

Тоді питомі витрати повітря на добову потужність становитимуть:

$$V_{пит.доб} = 977,3 \cdot 110 = 107503 \text{ м}^3/\text{год}$$

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

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4.9

Питома ентальпія свіжого повітря $h_{св}$ 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:

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

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

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

а його температура становить:

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

Питома ентальпія кондиціонованого повітря h_k 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_k становить:

$$Q_k = 107503 \cdot 1,24(44,35 - 36,8) = 1006443,1 \text{ кДж}$$

У камері кондиціонування охолоджувальна вода і повітря рухаються то під кутом 90° (перехресний рух), або протитечією. Середню різницю температур між водою і повітрям визначаємо, як середню логарифмічну у разі протитечії:

$$18,3 \rightarrow 13^\circ\text{C}; \Delta t_6 = 18,3 - 12 = 6,3^\circ\text{C};$$

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

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

$$\Delta t_{сер} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}} = \frac{6,3 - 4}{2,3 \lg \frac{6,3}{4}} = 4,1^\circ\text{C}$$

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

Об'єм камери кондиціонування V_k становить:

$$V_k = \frac{Q_k}{\Delta t_{сер} \cdot \alpha} = \frac{1006443,1}{4,1 \cdot 4190} = 58,6 \text{ м}^3$$

де: Q_k – теплове навантаження на камеру, кДж/год;

$\Delta t_{сер}$ – середня різниця температур води і повітря, $^\circ\text{C}$;

α – коефіцієнт об'ємної тепловіддачі, кДж/($\text{м}^3 \cdot \text{год} \cdot \text{K}$).

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:

$$F = \frac{1006443,1}{3600 \cdot 2,5} = 111,8 \text{ м}^2$$

Висоту камери прирівнюють до висоти приміщення (4,8 м), а довжину камери – до ширини солодоростильного ящика (4,5 м.). Тоді ширина камери кондиціонування b буде становити:

$$b = \frac{111,8}{4,8 \cdot 4,5} = 5,2 \text{ м}$$

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для подовження шляху повітря у зоні його зволоження камеру розділяють вертикальною перегородкою на 2 канали.

Висоту повітряного каналу за камерою кондиціонування приймають такою, що дорівнює висоті під ситового простору солодоростильного ящика, тобто 1,5-1,7 м [19].

Вентилятор. Вентилятор підбираємо по витраті повітря, м³/год:

$$\frac{61190}{6 \cdot 24} = 424,9 \text{ м}^3/\text{год}$$

Використовуємо вентилятори продуктивністю не менше 500 м³/год.

5.2 Специфікація технологічного обладнання

Специфікація технологічного обладнання наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Специфікація технологічного обладнання.

№	Найменування обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність, кВт	Тривалість роботи, год/добу	Марка
1	2	3	4	5	6	7
1	Норія для ячменю НЦГ-5-50	1	Q=60,67 т/год, Розміри: 95200x1700x1530	15	2,5	У2-УН-100
2	Автоматичні ваги Д-100-3	5	Q=8-25 т/год, Розміри: 1220x930x1440	-	-	«Vollenda»
3	Апарат для миття та замочування	5	V=140 м ³ , H=7200мм, D=6000мм, h _{цил.} = 3900мм, h _{кон.} = 3300мм.	-	-	Schmidt-Seeger AG
4	Збірник для повторного використання води	3	D=8000 мм, h _{цил.} =14000 мм, h _{кон.} =4700 мм	-	-	Schmidt-Seeger AG
5	Ємкість для приготування дезінфектанту	1	h=4100 мм, D=5000 мм, V=60м ³	-	-	Schmidt-Seeger AG
6	Зворушувач солоду Ш4-ВВШ-9	7	Розміри: 1700x4500x3300	9,7	4	Schmidt-Seeger AG
7	Камера кондиціонування	6	V _к =58,6 м ³ , Розміри: 4800x8200x4500	-	-	Schmidt-Seeger AG
8	Солодоростильний апарат	6	Розміри: H=1500 мм D=8000 мм	-	-	Schmidt-Seeger AG

6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технохімічний і мікробіологічний контроль наведено у табл. 6.1 [15]

Таблиця 6.1 – Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва солоду

Об'єкт контролю	Місце відбору	Контрольований показник (одиниця виміру)	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Ячмінь пивоварний ДСТУ 3769 – 98 [6]	З засобів доставки на завод	Відбір зразків	Згідно ГОСТ 135863	З урахуванням сорту ячменю, області вирощування та району	З кожного автотранспорту, причепу	Лаборант, хімік
		Органолептичні показники	Згідно ГОСТ 10967	Колір світло-жовтий, жовтий, сірувато - жовтий, Запах характерний нормальному ячменю без затхлого, стороннього запаху		
		Вологість, % не більше	Згідно ГОСТ 13586.5- , або іншим атестованим методом	I кл. - не більше 14,5; II кл. - не більше 15,0		
	Силос, завалний бункер, засіб доставки на завод	Маса 1000 зерен, г не менше	Згідно ГОСТ 10842	I кл. - 40; II кл. - 38.	По мірі необхідності	Хімік
	Засіб доставки на завод	Масова частка білка, % не більше	Згідно ГОСТ 10846	I кл- 11; II кл- 11,5	З кожного автотранспорту, причепу	

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7
		Смітна домішка, % не більше	Згідно ГОСТ 13586.2	I кл- 1,0; II кл- 2,0.	Середній зразок автотранспорту і причепа, або партії (вагою 5-10 т)	Лаборант, хімік
		Зернова домішка, % не більше	Згідно ГОСТ 13586.2	I кл- 2,0; II кл- 5,0.		
		Дрібні зерна, % не більше	Згідно ГОСТ 13586.2	I кл- 5,0; II кл- 7,0.		
		Крупність, % не менше	Згідно ГОСТ 13586.2	I кл- 85; II кл- 70		
		Енергія, здатність до проростання, % не менше	Згідно ГОСТ 10968-88 Метод ЕВС 3.5.2	I кл- 95; II кл- 95		
		Життєздатність, % не менше	Згідно ДСТУ 12039	95,0		
	Засіб доставки на завод	Зараженість шкідниками	Згідно ГОСТ 13586.4	Не допускається, крім кліща 1 ступеня	Середній зразок автотранспорту, причепа	Хімік, лаборант
	Силос, завалний бункер засіб доставки на завод	Екстрактивність, % АСР не менше	Згідно ГОСТ 12136-77	I кл- 80; II кл- 78	При партії більше 1000 т	Хімік
		Вміст скловидних зерен, % не більше	Згідно ДСТУ 4282-2004	I кл- 2,0; II кл- 4,0		
	Ячмінь, що поступає на замочування	Накопичувальні бункери	Вирівненість	Згідно з ГОСТ 10968	Кожна замочка	Хімік, лаборант
			Здатність до проростання	92-95%		
			Вологість	Згідно ГОСТ 13586.5-93		

Закінчення табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7
		Екстрактивність	Згідно ГОСТ 12136-77	75-80%		
Замочування ячменю		Температура води	-	14-15°C		
		Ступінь замочування		до 45%		
Пророщування	Солодо-ростильний апарат	Температура і вологість кондиційованого повітря	-	10-18°C	Не рідше 2-х разів на місяць	
		Температура в шарі солоду		12-15°C	Не менше 1 разу за добу	
		Відсоток пророслих зерен		80-90%	Через 48 год пророщування і при передачі на сушіння	
		Ступінь розчинення свіжо пророслого солоду		3,5%	Практичним прийомом; не рідше 1 разу на тиждень, починаючи з 5-ї доби пророщування	
		Вологість свіжопророслого солоду		38-42%	Не рідше 1 разу на тиждень, при передачі на сушіння	
		Оцукрююча здатність		15-25 хв.	При необхідності	

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Закон України „Про охорону праці” введено в дію 18 грудня 2002 року спрямований на реалізацію положень Конституції України щодо права людини на належні безпечні і здорові умови праці, регулює взаємовідносини між роботодавцем та працівником, встановлює єдиний порядок організації охорони праці.

Охорона праці на підприємстві – це система взаємопогоджених соціально-економічних, науково-технічних, організаційно-правових заходів, методів та засобів, спрямованих на збереження життя (ст. 3 Конституції України), здоров’я і працездатності працюючих в процесі їх виробничої діяльності.

Під час укладання трудового договору громадянин інформується власником під розписку про умови праці, наявність на робочому місці, де він буде працювати, небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров’я та його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах, відповідно до законодавства і колективного договору. Не може пропонуватись робота, яка за медичним висновком протипоказана працівникові за станом його здоров’я.

Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об’єкта. До роботи допускаються особи, що досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, спеціальне навчання, вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці, стажування під керівництвом досвідченого працівника на робочому місці протягом 8 робочих змін, допущені до роботи розпорядженням начальника цеху [10].

Працівник зобов’язаний:

- знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці;
- особисто вживати посильних заходів відносно усунення небезпечної виробничої ситуації;
- виконувати вимоги інструкції підприємства.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров’я, або для людей, які його оточують, і виробничого середовища.

У робочій зоні можливий вплив таких шкідливих та небезпечних виробничих факторів:

- рухомих частин машин і механізмів;
- електричного струму;
- зерновий пил;
- підвищена вологість;
- підвищеної температури і поверхонь устаткування;
- присутність CO₂.

Щоб запобігти травмуванню і виникненню травмонебезпечних ситуацій, необхідно дотримуватись таких вимог:

- забороняється залишати працююче устаткування без нагляду і допускати до роботи на ньому осіб, які не пройшли навчання;

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- необхідно працювати на справному устаткуванні справними пристроями та інструментом;
- при виявленні несправностей необхідно повідомити безпосереднього керівника або ліквідувати їх власними силами, якщо це входить в обов'язки;
- забороняється працювати на устаткуванні зі знятими захисними засобами травмонебезпечних зон;
- забороняється наступати на переносні електричні дроти, що лежать на підлозі,
- забороняється доторкатися до неізольованих або пошкоджених проводів,
- необхідно переходити через конвеєри по перехідних містках;
- забороняється підлазити під них;
- забороняється виконувати роботи, які не входять в обов'язки.

Працівник повинен дотримуватись вимог правил внутрішнього трудового розпорядку:

- дотримуватись технологічної дисципліни;
- дбайливо ставитися до устаткування, інструменту, пристроїв, матеріалів, спецодягу та інших засобів індивідуального захисту, передбачених для цієї спеціальності, зберігати їх у спеціально відведених місцях;
- утримувати в чистоті робоче місце та територію підприємства. [10]

На робочому місці не дозволяється палити, вживати спиртні напої та інші речовини, що справляють наркотичну, токсичну дію на організм людини. Палити дозволяється тільки в спеціально відведених та обладнаних місцях.

Необхідно уміти надавати першу (долікарську) допомогу при кровоте-
чах, переломах, порізах, ураженні електричним струмом, раптовому захворю-
ванні.

Отримавши травму, необхідно повідомити про це безпосереднього ке-
рівника самому або через співробітника.

Необхідно додержуватись вимог особистої гігієни:

- верхній одяг, головний убір, вуличне взуття, особисті речі залишати в побутовому приміщенні;
- роботу виконувати в чистому спецодязі;
- приймати їжу в кімнаті для приймання їжі.

Необхідно вивчити правила користування первинними засобами поже-
жогасіння, протипожежним інвентарем; знати місця їх розташування.

За порушення вимог інструкції підприємства працівник притягається до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідаль-
ності згідно з законодавством України.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі досліджено цех солодоростильного відділення із використанням солодовні баштового типу потужністю 25 тис. т/рік. 20% виробництва складає темний солод, а 80% - світлий.

Для транспортування сировини, домішок та готового продукту використовується сухе механічне транспортування, представлене шнековими транспортерами, при перекачуванні через навколишнє середовище. Вони є закритими, що дозволяє зберегти чистоту продукту. Стрічкові транспортери використовуються після солодоростильного ящика при передачі на сушіння.

Завдяки використанню солодовні баштового типу із встановленням апаратів для миття і замочування і солодоростильних ящиків «ярусами» один над одним, транспортування продукту відбувається самопливом, що виключає витрати на гідротранспортування солоду в процесі пророщування. Даний спосіб суттєво економить затрати води та електроенергії на виробництво.

Для забезпечення ефективного промивання та знезараження зерна використовується сучасний апарат для миття та замочування, оснащений телескопічною трубою для видалення сплаву. В якості дезінфектанту застосовується гіпохлорид натрію. Об'єднання двох стадій виробництва в один апарат, застосування телескопічної труби та повторне використання другої замочної води на миття наступної партії ячменю дають можливість знизити витрати води на дуже водоемку частину виробництва солоду, в середньому з 12 до 7 м³ на 1 т солоду.

В якості обладнання для пророщування було обрано пневматичний солодоростильний апарат круглого перерізу з твердо закріпленням ситом та пересувним зворушувально-завантажувальним-розвантажувальним пристроєм, що рухається по радіусу апарата, в кількості 6 штук. Завдяки застосуванню повітряно-зрошувального способу замочування і стимулятора пророщування – гіберелінової кислоти - тривалість пророщування становить 5-6 діб. Такий апарат дозволяє зменшити затрати на ручну працю, забезпечує більш сильний контакт кондиційованого повітря із пророщуваним зерном, що дає змогу отримати свіжопророслий солод рівномірно високої якості.

Використання близько 50% відпрацьованого повітря в системі кондиціювання зменшує затрати ресурсів на підготовку повітря, що надходить з вулиці, відповідно необхідним режимам для кондиційованого повітря, що проходить крізь шар солоду в солодоростильній установці.

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

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология солода: учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 82 с.
2. Гетун Г.В. Основы проектирования промышленных предприятий. Київ: Кондор, 2003. 210 с.
3. Дипломне проектування: методичні вказівки до виконання і захисту дипломного проекту студентами денної та заочної форм навчання спеціальності “Технологія продуктів бродіння і виноробства” напряму підготовки 6.051701 “Харчові технології та інженерія” /укл.: А.М. Куц, П.Л. Шиян, В.О. Маринченко, А.Є.Мелетьєв, М.В. Білько. Київ: НУХТ, 2010. 53 с.
4. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ: ІНКOS, 2004. 426с.
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010-05-12]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 42 с. (Державні санітарні норми та правила).
6. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технічні вимоги. [Чинний від 1998-06-26]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 15с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ 4282-2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні вимоги. [Чинний від 2004-03-31]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 34с. (Національний стандарт України).
8. Колпакчи А.П. и др. Достижения в технологии солода и пива. Интенсификация производства и повышение качества. Издательство «Пищевая промышленность», СНТЛ Издательство технической литературы, 1980 г.
9. Кунце В. Технология солода и пива: учебник. Санкт-Петербург: Профессия, 2001. 912 с.
10. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф. Основы охорони праці: підруч. Київ: Основа, 2000. 416 с.
11. Курсове і дипломне проектування: Методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-технологічних схемах для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробства» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / Укл.: П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц, М.В. Білько, М.В. Бондар. Київ: НУХТ, 2012. 39с.
12. Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. СПб.: Профессия, 2003. 304 с.
13. Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И. Биохимические процессы при производстве солода: учеб. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 89 с.
14. Мелетьєв А.Є., Домарецький В.А., Тодосійчук С.Р. та ін. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах // Під ред. А.Є. Мілетьєва. Київ: Вища школа, 2007. 256 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

15. Мелетьев А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. Вінниця: Нова книга, 2007. 392с.

16. Нарцисс Л. Технология солодоращения / пер. с нем. А.А. Куреленкова. СПб.: Профессия, 2007. 583 с.

17. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения / при уч. В. Бака; пер. с нем. А.А. Куреленкова. СПб.: Профессия, 2007. 640 с.

18. Проектування підприємств галузі з основами САПР: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, З.М. Романова, М.В. Карпутіна. Київ: НУХТ, 2015. 92 с.

19. Прохоров О.М. Практикум з дисципліни: «Технологічне обладнання галузі» для студентів спеціальності 6.091700 «Технологія бродильних виробництв і виноробства» денної та заочної форм навчання. Київ: НУХТ, 2009. 77с.

20. Федоренко Б.Н. Инженерия пивоварного солода: учеб.-справ. пособие, СПб.: Профессия, 2004. 248 с.

21. Федоренко Б.Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли. Спб.: Профессия, 2009. 900с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		