

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Машинобудівний факультет
Кафедра технологій і обладнання переробних виробництв

Пояснювальна записка **ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему:

Проект цеху з виробництва солоду

Виконав: студент 2 курсу, групи ХТсз-21

Спеціальність: 181 – Харчові технології

Кушнірчук Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник:

Дударєв І.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Тимощук О.М.

(прізвище та ініціали)

2020 р.

Луцький національний технічний університет

Факультет: машинобудівний

Кафедра: технологій і обладнання переробних виробництв

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 181 Харчові технології

Освітньо-професійна програма: Харчові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОПВ, к.с.-г.н.

_____ С.Є. Голячук
« ____ » _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

КУШНІРЧУК Діани Валеріївни

тема роботи:

Проект цеху з виробництва солоду

керівник роботи: *Дударєв Ігор Миколайович, д.т.н., професор*
затверджені наказом Луцького НТУ від «30» квітня 2020 року № 162-05-35

1. Строк подання студентом роботи: до 15 червня 2020 року

2. Вихідні дані до роботи:

Розробити проект цеху з виробництва ячмінного солоду для задоволення попиту підприємств регіону, що виробляють пиво, якщо: підприємства регіону, що виробляють пиво, щорічно потребують 18000 т/рік солоду; у регіоні є виробництво даної продукції, потужність якого 9000 т/рік; у регіон протягом року завозять таку ж продукцію з інших регіонів у кількості 5000 т/рік; прогнозована кількість такої ж продукції, що буде вивезена в інші регіони протягом року, – 3000 т/рік; кількість робочих днів у календарному році – 330 днів.

Для цього необхідно: проаналізувати стан виробництва солоду в Україні та світі, визначити його типи; подати характеристику сировини та вимоги до показників якості готової продукції; розрахувати потребу виробників пива в продукції цеху; розробити технологічну схему виробництва та розрахувати витрати сировини та повітря на пророщування солоду; скласти машино-апаратну схему виробництва та підібрати технологічне обладнання в лінію; розрахувати площі виробничого та побутового призначення цеху, складських приміщень; розробити компоувальний план цеху з розташуванням обладнання в апаратному відділенні; скласти схеми технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва; розглянути питання екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому.

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1. Сучасний стан виробництва продукції.
2. Технологічна частина.
3. Будівельна частина.
4. Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва.
5. Екологія та охорона праці.

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

- | | |
|--|-------------------------|
| | к-сть листів формату А1 |
| 1. Технологічна схема (карта) виробництва. | - 1 лист |
| 2. Рецептатура або витрати сировини (зведена таблиця). | - 1 лист |
| 3. Машинно-апаратурна схема виробництва | - 1 лист |
| 4. План цеху із розташуванням технологічного обладнання. | - 1 лист |
| 5. Плакат за вибором здобувача (показники якості та мікробіологічні показники сировини та готової продукції, схема технохімічного контролю виробництва, блок-схеми тощо) | - 1 лист |

Примітка.

Технологічна схема та лінія виробництва продукції, а також рецептатура продукту, що використані в кваліфікаційній роботі, не є розробками здобувача (виконавця роботи), а взяті із відкритих джерел інформації і використовуються виключно в навчальних цілях та не можуть бути відтворені на виробництві. У роботі вимоги до сировини та готової продукції, а також ведення технологічного процесу формуються на основі чинних нормативних документів (із використанням фрагментів цих документів в тексті пояснювальної записки).

5. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Панасюк С.Г., доцент кафедри ТОПВ		

6. Дата видачі завдання – 02 березня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з матеріалами за темою кваліфікаційної роботи із різних джерел інформації. Аналіз стану виробництва продукції в Україні та світі, дослідження асортименту продукції.	02.03.20-16.03.20	
2	Формування вимог до сировини та готової продукції. Розрахунок потреб населення в продукції цеху.	17.03.20-24.03.20	
3	Розроблення технологічної схеми виробництва.	25.03.20-10.04.20	
4	Технологічні розрахунки.	11.04.20-25.04.20	
5	Складання машино-апаратурної схеми виробництва та підбір технологічне обладнання в лінію.	26.04.20-10.05.20	
6	Розрахунок площ цеху різного призначення та розроблення плану цеху з розташуванням обладнання.	11.05.20-21.05.20	
7	Складання схем технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва.	22.05.20-29.05.20	
8	Розгляд питань екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому.	30.05.20-05.06.20	
9	Оформлення пояснювальної записки та креслень.	06.06.20-10.06.20	
10	Нормоконтроль кваліфікаційної роботи.	11.06.20-15.06.20	
11	Перевірка кваліфікаційної роботи на плагіат, рецензування.	11.06.20-15.06.20	

Здобувач _____ Д.В. Кушнірчук
(підпис)

Керівник роботи _____ І.М. Дударєв
(підпис)

РЕФЕРАТ

70 стор., 2 рисунки, 13 таблиць, 28 джерел.

ЯЧМІНЬ, ЗЕРНО, СОЛОД, ЦЕХ З ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ, ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ ЯЧМІННОГО

У випусковій кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено проєкт цеху з виробництва солоду. Використовуючи вихідні дані, в роботі: здійснено аналіз сучасного стану виробництва солоду; представлено типи та подана характеристика солоду; визначені вимоги до сировини та сформовані вимоги до органолептичних та фізико-хімічних показників якості солоду ячмінного; розраховано витрати зерна ячменю на виробництво солоду та витрати повітря на пророщування солоду. Також описано технологію виробництва солоду ячмінного та складено технологічну схему виробництва. Складена машинно-апаратурна схема виробництва солоду ячмінного та підібране технологічне обладнання. Розраховані площі приміщень цеху виробничого та побутового призначення. Розроблено компоновальний план цеху виробництва солоду ячмінного, зокрема розроблено план відділень цеху та розташування обладнання в них. Складені схеми технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва солоду ячмінного. Розглянуті питання екологізації виробництва солоду ячмінного та організації охорони праці на виробництві, визначені небезпечні виробничі фактори та запропоновані заходи щодо безпечної організації робочого місця.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Кушнірчук Д.В.				Пояснювальна записка Проєкт цеху з виробництва солоду	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Дударєв І.М.					Д	3	70
Н. контр.	Панасюк С.Г.				Луцький НТУ, МБФ каф. ТОПВ, гр. ХТсз-21			
Затверд.	Голячук С.Є.							

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ.....	8
1.1 Характеристика сировини для виробництва солоду.....	8
1.2 Типи і характеристика солоду.....	12
1.3 Показники якості солоду.....	14
1.4 Розрахунок потреби підприємств у продукції цеху, що проектується.....	19
1.5 Висновки до розділу 1.....	20
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	22
2.1 Опис технології виробництва солоду ячмінного.....	22
2.2 Технологічні розрахунки.....	29
2.2.1 Розрахунок очищення, сушіння та зберігання зерна.....	29
2.2.2 Розрахунок витрати зерна ячменю на виробництво солоду.....	31
2.2.3 Розрахунок витрати повітря на пророщування солоду.....	36
2.3 Машинно-апаратна схема виробництва солоду.....	39
2.4 Підбір технологічного обладнання.....	41
2.5 Висновки до розділу 2.....	43
3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	44
3.1 Розрахунок площ приміщень цеху виробничого та побутового призначення.....	44
3.2 Розроблення компоновального плану цеху.....	47
3.3 Розроблення плану відділень цеху та розташування обладнання.....	49
3.4 Висновки до розділу 3.....	50
4 ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА.....	51
4.1 Технохімічний та мікробіологічний контроль.....	51
4.2 Висновки до розділу 4.....	60
5 ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1 Екологізація виробництва солоду.....	61
5.2 Організація охорони праці на виробництві.....	63
5.3 Висновки до розділу 5.....	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Пивоварна галузь України – це одна із перспективних галузей харчової промисловості, що динамічно розвивається. Однак, незважаючи на стабільну динаміку розвитку пивоварної галузі, спостерігається деякий спад обсягів виробництва пива. Однією з головних причин зниження ефективності вітчизняного пивоваріння та падіння обсягів виробництва пива за останні роки є погіршення якості пивоварного ячменю при збільшенні його ціни, а також низька ефективність існуючої технології вирошування солоду.

Залежно від технологічних особливостей виробництва розрізняють світлий, темний та карамельний ячмінний солод. Незважаючи на видові і виробничі аспекти формування якісних характеристик солоду, його технологія має класичні стадії приготування: миття та замочування зерна, пророщування та сушіння солоду, видалення паростків. Процес пророщування солоду є тривалим. Для інтенсифікації процесу пророщування солоду важливим є впровадження сучасних досягнень науки і техніки, а також використання ресурсозберігаючих технологій і технічних засобів. Тому в даний час застосовують різні способи інтенсифікації даного технологічного процесу, що засновані на використанні спеціальних режимів проведення процесів замочування і пророщування, використанні активаторів росту, здійснення впливу фізичними факторами, в тому числі ультразвуком, електричним полем тощо. Із перерахованих вище способів найбільшу ефективність має спосіб, що передбачає застосування біостимуляторів росту зерна. Основною метою використання біостимуляторів росту є збільшення ферментативної активності солоду, а також скорочення тривалості стадій замочування і пророщування.

Процес пророщування зерна проходить успішно за умови, що якість зерна ячменю є задовільною. У більшості випадків якість зерна не задовольняє вимогам, які висуваються до пивоварної сировини. Тому, для подальшого використання такого зерна в пивоварінні, його необхідно відповідним чином підготувати. Сучасні науково-дослідні розробки дозволяють поліпшити перебіг процесу

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підготовки зерна ячменю до пророщування і, відповідно, підвищити якість солоду, а отже, і якість кінцевого продукту – пива. Одна із таких розробок передбачає обробку зерна в СВЧ-полі, після чого здійснюють сортування ячменю за класами та відсортований ячмінь відправляють на замочування і далі на пророщування солоду та приготування пива.

Ще одна наукова розробка передбачає обробку зерна ячменю некогерентним червоним світлом. Стимулююча дія червоного світла на рослинний організм відбувається через фоторецепторну систему, яка перетворює енергію світлових імпульсів в енергію біохімічних реакцій. Використання потужного некогерентного джерела червоного світла, що забезпечує випромінювання в активній області поглинання фітохрому, дозволяє цілеспрямовано впливати на швидкість біохімічних процесів в рослинній клітині. Стосовно до технології виробництва солоду це дозволить збільшити енергію проростання зерна ячменю, скоротити терміни пророщування і підвищити якість готового солоду.

Основними шляхами економії енергетичних і матеріальних ресурсів у солодовому виробництві є:

- створення принципово нової високоефективної технології та обладнання для виробництва солоду;
- удосконалення технологічних процесів і обладнання з метою зниження питомого споживання енергії й матеріалів;
- заміна малопродуктивного застарілого обладнання високопродуктивним із низькими питомими витратами енергії;
- удосконалення теплоенергетичних схем солодових заводів і цехів із урахуванням повного використання теплоенергетичних ресурсів;
- розробка високоефективних способів очищення стічних вод солодових заводів і цехів за допомогою іммобілізованих мікроорганізмів та ферментів.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ

1.1 Характеристика сировини для виробництва солоду

Солод – це заздалегідь замочене, пророщене в штучних умовах й при цьому збагачене активними ферментами зерно різних видів зернових культур. Для виробництва солоду теоретично можна використовувати більшість видів зернових культур, оскільки вони містять одні і ті ж групи речовин, виділяють при пророщуванні відповідні ферменти і дають схожі кінцеві продукти. Однак, для виготовлення пивоварного солоду найкращим є ячмінь, оскільки він [1]:

- 1) менше вимогливий до кліматичних умов і ґрунту, ніж пшениця;
- 2) пророщування ячменю порівняно легко регулювати;
- 3) кількісне співвідношення виділених при пророщуванні ферментів позитивне для бажаних перетворень речовин, які знаходяться у зерні;
- 4) квіткові (м'якушеві) оболонки ячмінного солоду утворюють рихлий фільтрувальний прошарок, який сприяє найбільш повному відділенню розчину екстракту (сусла) від залишків (подрібнення);
- 5) за смаковими і технологічними якостям пиво, отримане із ячменю, перевершує пиво із будь-якого іншого зерна.

Стигле зерно ячменю – це зернівка, в якій зрослись обидві зовнішні оболонки. Воно складається з трьох основних частин: зародок (ембріон), ендосперм (борошністе тіло) і оболонка (квітова, плодова і сім'яна).

Зародок разом із щитком та епітелієм є живою частиною зерна ячменю. Ендосперм розміщений безпосередньо біля зародку і містить поживні речовини. Він складається в основному з двох шарів: клітин, які містять крохмаль, та клітин, які містять жири. Клітини, які містять крохмаль, утворюють ядро ендосперму. Зерна крохмалю заключені у протоплазму і оточені мембраною з геміцелюлози. Проміжні простори між клітинами заповнені білковими речовинами. Вміст білка та ферментів зростає у порівнянні з їх вмістом у зовнішніх шарах. По краю ендосперму знаходиться потрійний шар прямокутних товстостінних клітин –

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

алейроновий шар. Вміст цих клітин складається з білка та жирів. Поблизу зародка алейроновий шар складається тільки з одного ряду клітин. Клітини алейронового шару живі і здатні дихати. Тут під час пророщування формується більша частина гідролітичних ферментів.

Особливу фізіологічну роль відіграють сконцентровані у клітинах мітохондрії, які є місцем утворення ферментів. Мітохондрії, які знаходяться головним чином у епітелії та алейроновому шарі, розмножуються при пророщенні зародку шляхом ділення.

З економічної точки зору, під час вирощування солоду ендосперм повинен використовуватися якомога менше. Технічне використання ендосперму у процесі бродіння за допомогою передчасно утворених ферментів починається лише після загибелі зародку.

Зерно ячменя складається на 12...20% із води і на 80...88% із сухої речовини (СР). Хімічний склад ячменю представлений у таблиці 1.1 [1].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад зерна ячменю (у %)

Показник	Стан зерна	
	повітряно-сухий	зневоднений
Вода	14,5	-
Крохмаль	54,0	63,2
Речовини, що не містять азоту	12,0	4,0
Білок	9,5	11,1
Клітковина	5,0	5,9
Жири	2,5	2,9
Мінеральні речовини	2,5	2,9

Ячмінь, що використовується для виробництва солоду, повинен відповідати ДСТУ 3769-98 [3] та бути здоровим, без самозігрівання і теплового ушкодження під час сушіння; мати нормальний запах, властивий здоровому зерну (без

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затхлого, солодового, пліснявого, сторонніх запахів), нормальний колір, властивий здоровому зерну цього класу; не допускається зараженість шкідниками хлібних запасів, крім зараженості кліщем не вище 1 ступеня. Вимоги до зерна ячменю представлені в таблиці 1.2 [2].

Таблиця 1.2 – Вимоги до зерна ячменю, який використовується для пивоваріння

Показник	1 клас зерна	2 клас зерна
Колір	світло-жовтий або жовтий	світло-жовтий, жовтий або сірувато-жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,0
Натура, г/л	не регламентується	не регламентується
Маса 1000 зерен, г, не менше	40,0	38,0
Масовий вміст білка (у перерахунку на абсолютно суху речовину), %, не більше	11,0	11,5
Смітні домішки, %, не більше	1,0	2,0
Мінеральні домішки, %, не більше:		
- галька	0,1	0,1
- шлак і руда	0,05	0,05
Кукіль, не більше	0,3	0,3
Фузаріозні зерна	не допускається	не допускається
Шкідливі домішки (ріжки, сажка, гірчак повзучий), не більше	0,2	0,2
Дрібні зерна, %, не більше	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	85,0	70,0
Здатність до проростання, %, не менше	95,0	92,0

У разі невідповідності норм якості ячменю хоча б за одним з показників його переводять у нижчий клас. За згодою заготівельної організації і постачальника допускаються вологість зерна і вміст домішок у ячмені вищі, ніж граничні норми за можливості доведення такого зерна заготівельною організацією до кондицій.

Максимально допустимий вміст токсичних елементів і пестицидів у ячмені, який використовують для продовольчих цілей, представлений у таблиці 1.3 [2].

Таблиця 1.3 – Максимально допустимий вміст токсичних елементів і пестицидів у ячмені

Показник	Допустимий рівень, мг/кг
Токсичні елементи:	
- свинець	0,5
- кадмій	0,1
- миш'як	0,2
- ртуть	0,03
- мідь	10,0
- цинк	50,0
Мікотоксини:	
- афлатоксин В	0,005
- зеараленон	1,0
- Т-2 токсин	0,1
- дезоксиніваленон	1,0
Пестициди	Перелік пестицидів, за якими здійснюється контроль зерна, залежить від використання їх на конкретній території і узгоджується із службами Міністерства охорони здоров'я і ветеринарної медицини України.

Сьогодні відомі декілька груп ячменю і велика кількість його сортів. Українські пивовари найчастіше використовують такі сорти ячменю як “Скарлет”, “Пеяс”, “Амулет”, “Осма”, “Толар”.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Типи і характеристика солоду

Солод використовується у спиртовій, хлібопекарській та інших галузях харчової промисловості, однак, найбільш важливу роль солод відіграє у пивоварінні [3 – 13]. Солод світлий ячмінний використовують як основну сировину і як джерело ферментів при виробництві пива. Солод ячмінний темний і карамельний використовують при виготовленні спеціальних сортів пива. Пшеничний солод використовують для приготування пшеничного, білого пива і солодових екстрактів. У виробництві хлібного квасу використовують житній ферментований і неферментований солод, з якого попередньо готують концентрат квасного сусла. Ферментований житній солод застосовують для приготування деяких сортів хліба. У спиртовому виробництві використовують свіжо пророслий ячмінний, просяний або вівсяний солоди як оцукрюючий матеріал для крохмалю зерна і картоплі. Кукурудзяний, ячмінний, пшеничний, вівсяний та гороховий солод використовують для виробництва моно- і полі солодових екстрактів.

У пивоварінні розрізняють три основні типи солоду:

1. Яскравий солод типу пільзенського – характеризуються коротким терміном проростання і він особливо добре підходить для пива пільзенського типу з сильним охмелінням, повним смаком і хорошим піноутворенням. Цей солод підходить для темного пива як верхнього, так і нижнього бродіння.

2. Мюнхенський солод – має темний колір, виготовляється із ячменю з більш високим вмістом білка. Пиво, зварене на цьому солоді, має більш темний колір, гострий запах і смак із помітною ноткою солоду.

3. Віденський солод – перехідний тип між світлим і темним солодом, який використовується для поглиблення смаків.

Ще одна класифікація солоду передбачає його поділ на базовий та спеціальний. Спеціальний солод додається в пропорції не більше 30% від загальної кількості солоду, що використовується. Спеціальні типи солоду – застосовуються для надання напою особливого смаку, кольору, присмаку. Спеціальний солод допомагає змінювати і доповнювати смак базового солоду,

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наприклад Pilsen або Vienna. Спеціальний солод можна розділити за призначенням на дві основні підгрупи:

1. Солод технологічного призначення:

- кислий солод;
- ферментний солод;
- солод короткого пророщення.

2. Солод, що призначений для коригування смаку, кольору і запаху пива:

- темний солод;
- карамельний солод;
- обсмажений солод;
- житній солод.

Кислий солод використовується для зниження рН затору і сусла. Він додається в кількості до 5% при виробництві пива. Вміст молочної кислоти в кислому солоді складає 2...4%. Ферментативний солод є світлим солодом десятиденного рощення, що висушений за температури +50°C. Карамельний солод отримують із вологого солоду, обсмаженого за температури +150...180°C. Цей солод збільшує інтенсивність кольору сусла, надає пиву солодкий, карамельний аромат, він використовується для виробництва темного пива. Обсмажений та темний солод – це солод, що необхідний для надання пиву більш темного кольору і в той же час характерного аромату і смаку.

Сукупні потужності ринку солоду України оцінюють у 535 тис. т. До лідерів виробництва ячмінного солоду належать солодовні Soufflet Group, Malteurop, Бердичівська солодовня, пивоварна компанія “Оболонь”. Основна частка пивоварного ячменю вирощується в Івано-Франківській, Черкаській, Київській, Чернівецькій, Вінницькій, Житомирській, Тернопільській та Сумській областях. Найбільшими виробниками житнього ферментованого солоду є ТМ “Житниця”, ПП “ДивоЛайф”, ПП “Новое время”, ФОП “Мельник”.

Показники якості ячмінного солоду мають відповідати державному стандарту ДСТУ 4282:2004 [14]. Характеристика якісних показників солоду українських виробників представлена у таблиці 1.4.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Характеристика солоду українських виробників

Виробник	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Зараженість шкідниками
Soufflet Group	однорідна зернова маса без плісняви	світло-жовтий	властивий солоду без сторонніх домішок	солодовий	не виявлено
Malteurop	однорідна зернова маса без плісняви	жовтий	властивий солоду без сторонніх домішок	солодовий	не виявлено
Бердичівська солодовня	однорідна зернова маса без плісняви	світло-жовтий	властивий солоду без сторонніх домішок	солодкуватий	не виявлено
Оболонь	однорідна зернова маса без плісняви	сірувато-жовтий	властивий солоду без сторонніх домішок	солодовий	не виявлено

1.3 Показники якості солоду

Якості солоду необхідно приділяти достатню увагу, щоб визначити придатність його до використання та можливий вплив на характеристики пива, яке виробляється. Показники якості ячмінного солоду регламентуються та мають відповідати ДСТУ 4282:2004 [14]. За способами виробництва розрізняють такі типи ячмінного солоду: світлий, темний, карамельний та палений. Залежно від якості світлий солод поділяють на три класи: високої якості, перший і другий.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Залежно від якості карамельний солод поділяють на два класи: перший і другий. За органолептичними показниками світлий і темний солод має відповідати вимогам, що зазначені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Органолептичні показники світлого і темного солоду

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

За фізико-хімічними показниками світлий і темний солод має відповідати вимогам, що зазначені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Фізико-хімічні показники світлого і темного солоду

Показник	Норма для типів солоду			
	світлий			темний
	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
Масовий вміст смітної домішки, %, не більше	не дозволено	0,3	0,5	0,3

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5
Кількість зерен, %:				
- борошнистих, 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 дозволено	0,0	4,0	10,0
Вологість, %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масовий вміст екстракту в СР солоду, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Масовий вміст білкових речовин у СР солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	-
Розчинний азот у солоді (на сухій основі),%	0,7...0,75	0,65...0,69	0,55..0,64	-
Тривалість оцукрювання, хв., не більше	10	15	25	-
Колір сусла в одиницях ЕВС	< 3,2	< 4,0	< 6,6	8...20
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм ³ 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	74...70	-
В'язкість, МПа·с за +20°С	1,45...1,54	1,55...1,6	1,61...1,78	-

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

За органолептичними показниками карамельний і палений солод має відповідати вимогам, що зазначені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Органолептичні показники карамельного і паленого солоду

Назва показника	Характеристика солоду	
	карамельний	палений
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих зерен і зернових шкідників.	
Колір	Від світло-жовтого до брунатного із глянцеvim відливом.	Темно-коричневий. Не дозволено чорний.
Запах (як самого солоду, так і холодної та гарячої витяжок)	Солодовий. Не дозволено: пригорілий, затхлий і пліснявий та інші не властиві солодовому.	Запах, що нагадує каву. Не дозволено пригорілий.
Смак (як самого солоду, так і холодної та гарячої витяжок)	Солодкуватий. Не дозволено гіркий і пригорілий.	Кавовий. Не дозволено пригорілий і гіркий.
Вид зерна на зрізі	Запечена коричнева маса. Не дозволено обвуглілу масу.	Темно-коричнева маса. Не дозволено чорну масу.

За фізико-хімічними показниками карамельний і палений солод має відповідати вимогам, що зазначені в таблиці 1.8.

Вміст токсичних елементів, N-нітрозамінів та мікотоксинів у солоді пивоварному ячмінному має відповідати нормам, що зазначені в таблиці 1.9. Вміст пестицидів також регламентовано в сировині і він не має перевищувати допустимі рівні, що установлені вимогами ДСТУ 4282:2004. Вміст радіонуклідів ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr регламентовано в сировині, і він не має перевищувати допустимі рівні, що

встановлені Державними гігієнічними нормативами “ДР-97 Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді”.

Таблиця 1.8 – Фізико-хімічні показники карамельного і паленого солоду

Показник	Норма для типів солоду		
	карамельний		палений
	I класу	II класу	
Вологість, %, не більше	5,0	6,0	6,0
Масовий вміст екстракту в сухій речовині (СР) солоду, %, не менше	75,0	70,0	70,0
Кількість карамельних зерен, %, не менше	93,0	25,0	-
Масовий вміст смітної домішки, %, не більше	0,5	0,5	0,5
Колір (величина Лінтнера – Ln), не менше	20,0	20,0	100,0

Таблиця 1.9 – Вміст токсичних елементів, N-нітрозамінів та мікотоксинів у солоді пивоварному ячмінному

Показник	Допустимі рівні, не більше, мг/кг	Показник	Допустимі рівні, не більше, мг/кг
Ртуть	0,03	Цинк	50,0
Миш'як	0,2	N-нітрозаміни	0,015
Мідь	10,0	Мікотоксини:	0,005
Свинець	0,5	- афлатоксин В ₁	
Кадмій	0,1	- зеараленон	
		- T-2 токсин	0,1

Для виготовлення солоду пивоварного ячмінного використовують:

- ячмінь пивоварний згідно із ДСТУ 4282:2004 [14];
- воду питну згідно із ДСТУ 7525:2014 [15].

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час виробництва солоду використовують ферментні препарати, активатори росту, дезінфікуючі засоби та біологічно активні речовини, які дозволені Міністерством охорони здоров'я України.

Солод пакують у мішки згідно із ДСТУ 3748-98 [16] та іншими чинними нормативними документами. Мішки можуть бути новими або такими, що були у використуванні, але чистими, сухими, без стороннього запаху, не зараженими шкідниками. Після заповнення мішки зашивають. У разі транспортування залізничним транспортом мішки зашивають лише машинним способом. Маса одного мішка із солодом має бути не більшою за 50 кг. Солод відвантажують також і насипом. Кожен мішок із солодом маркують наклеюванням на нього етикетки, що містить викладену державною мовою таку інформацію:

- назва продукту;
- назва підприємства-виробника, товарний знак та його адреса;
- тип і клас солоду;
- маса нетто та дата виготовлення;
- номер партії та позначення цього стандарту;
- гарантійний термін зберігання із зазначенням умов зберігання;
- маніпуляційний знак "Оберігати від вологи".

Дозволено маркувати мішок фарбами, що забезпечує чітке прочитування. Транспортне маркування тари здійснюють відповідно до ДСТУ 2887-94 [17] та ДСТУ 4518:2008 [18]. У разі постачання продукції на експорт, дозволено маркувати солод мовою замовника, що обумовлюють у контракті.

1.4 Розрахунок потреби підприємств у продукції цеху, що проєктується

Для задоволення попиту підприємств регіону, що виробляють пиво, на таку продукцію як солод ячмінний, необхідно спроектувати цех із виробництва солоду. Підприємства регіону, що виробляють пиво, щорічно потребують солоду ячмінного в кількості $P_{n,n} = 18000$ т/рік. У регіоні є виробництво даної продукції,

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потужність якого $\Pi_{д.в.} = 9000$ т/рік. У регіон протягом року завозять таку ж продукцію з інших регіонів у кількості $m_{вв.н.} = 5000$ т/рік, а прогнозована кількість такої ж продукції, що буде вивезена в інші регіони протягом року, становить $m_{вув.н.} = 3000$ т/рік. Приймаємо кількість робочих днів у календарному році $n_{р.д.} = 330$ днів.

Визначимо необхідну добову продуктивність цеху, що призначений для виробництва солоду ячмінного:

$$Q_{д.} = \frac{\Pi_{н.н.} - \Pi_{д.в.} - m_{вв.н.} + m_{вув.н.}}{n_{р.д.} \cdot k_n}, \quad (1.1)$$

$$Q_{д.} = \frac{18000 - 9000 - 5000 + 3000}{330 \cdot 0,9} = 23,6 \text{ т/добу},$$

де $Q_{д.}$ – необхідна добова продуктивність цеху із виробництва солоду ячмінного, т/добу;

$\Pi_{н.н.}$ – річна потреба виробництв пива у регіоні в солоді ячмінному, т/рік;

$\Pi_{д.в.}$ – річна потужність діючих виробництв у регіоні, що випускають солод ячмінний, т/рік;

$m_{вв.н.}$ – очікувана річна кількість солоду ячмінного, що буде ввезена для підприємств регіону, що виробляють пиво, т/рік;

$m_{вув.н.}$ – очікувана річна кількість солоду ячмінного, що буде вивезена в інші регіони, кг/рік;

$n_{р.д.}$ – кількість робочих днів у календарному році, днів;

k_n – коефіцієнт використання потужності цеху, що проєктується.

1.5 Висновки до розділу 1

1. У розділі висвітлено сучасний стан виробництва солоду із різної сировини та різних типів в Україні та світі. Подана характеристика основної сировини для виробництва солоду – зерна ячменю, представлені значення його якісних показників.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Здійснено огляд типів солоду, що виробляються вітчизняними підприємствами. Подана характеристика солоду ячмінного найбільших виробників цієї продукції в Україні.

3. Представлені вимоги до органолептичних та фізико-хімічних показників якості солоду ячмінного у відповідності до нормативних документів та державних стандартів, а також вимоги до якості пакувальних матеріалів.

4. Розраховано необхідну добову продуктивність цеху із виробництва солоду ячмінного (23,6 т/добу), що проєктується, для задоволення потреб виробників пива регіону, а також із урахуванням прогнозованої кількості такої ж продукції, що буде вивезена в інші регіони протягом року та завезена у даний регіон.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис технології виробництва солоду ячмінного

Приготування солоду – це складний комплекс специфічних процедур, що складаються з наступних стадій: очищення, сушіння та сортування зерна; миття, дезінфекція та замочування ячменю; пророщування ячменю; сушіння солоду; відокремлення паростків та зберігання солоду; охолодження солоду; пакування солоду. Технологічна схема виробництва солоду ячмінного ураховує необхідність комплексного і раціонального використання сировини, забезпечення випуску продукції високої якості, безперервність технологічного процесу, механізацію та автоматизацію виробництва, а також екологічність і безпеку виробничого процесу для персоналу.

Технологічна схема виробництва солоду ячмінного представлена на рис. 2.1 та включає такі технологічні операції (стадії виробництва):

1. Приймання сировини – передбачає зважування зерна ячменю та визначення його якісних показників. На підприємство ячмінь надходить у короткий післязбиральний період – з кінця літа до середини осені в кількості, що необхідна для виконання підприємством річної програми виробництва. Ураховуючи зазначене, приймальні пристрої повинні мати достатню продуктивність, а зерноскочища – достатню місткість.

2. Первинне очищення зерна – видалення пилу, а також смітних та шкідливих домішок, які можуть зумовити псування ячменю протягом зберігання, знизити його якість та збільшити втрати. Здійснюють цю технологічну операцію в короткі терміни – менше доби. Після первинного очищення вміст смітних та інших домішок у зерні ячменю не може перевищувати 2,0%.

3. Сушіння зерна – за підвищеної вологості зерна, його підсушують до відносної вологості 12...14% за температури сушильного агента (СА) +85°C, при цьому, під час сушіння температура зерна не може бути вищою за +45°C. Якщо вологість зерна вища за 14,5%, у ньому інтенсивно проходять фізіологічні процеси

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(дихання), внаслідок яких виділяється волога та тепло, що підвищують його температуру, погіршує якість та зумовлює розвиток шкідливих мікроорганізмів.

4. Вторинне очищення та сортування зерна – відокремлення пошкоджених зерен, зерен інших культур та сортування зерна за розміром. Після вторинного очищення вміст зернової домішки в ячмені має становити менше 5,0%. Сортування зерна необхідне для рівномірного замочування та пророщування ячменю. Вторинне очищення здійснюють рівномірно протягом року. Під час виробництва солоду використовують ячмінь тільки I та II класів.

5. Зберігання зерна – для збереження якості зерна ячменю необхідна температура зберігання +10...12°C та відносна вологість повітря менше 65%. Під час зберігання ячменю необхідно здійснювати його вентилявання, оскільки під час зберігання він дихає (споживає кисень), на що витрачається крохмаль. Що менше крохмалю буде витрачено на дихання, то менше втрат буде під час виробництва солоду. Крім того, внаслідок зростання температури в шарі ячменю утворюється пліснява та зерно втрачає свою цінність. Зберігання зерна здійснюють в елеваторних силосах. Також усе зерно під час зберігання обробляється газом (фосфористий водень, фостоксин), який знищує шкідників.

6. Миття та дезінфекція зерна – очищення зерна та вимивання надлишку поліфенолів (гірких речовин) з ячменю, а також, за необхідності, обробка дезінфікуючими засобами. Дезінфекція – це обробка зерна для попередження розвитку мікрофлори чи її знищення. В якості дезінфікуючих речовин використовують формальдегід у кількості 1,0...1,5 кг на 1 т зерна.

Послідовність миття ячменю:

- чан для замочування заповнюють частково водою;
- тонким струменем засипають у чан зерно;
- доливають у чан воду, щоб рівень води був вищим за рівень зерна;
- воду та зерно інтенсивно перемішують повітрям;
- у воді ячмінь знаходиться 1,0...1,5 год., після чого брудну воду зливають;
- після миття ячменю чан заповнюють чистою водою, в яку додають дезінфікуючий засіб, та залишають зерно у воді протягом 2...3 год.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

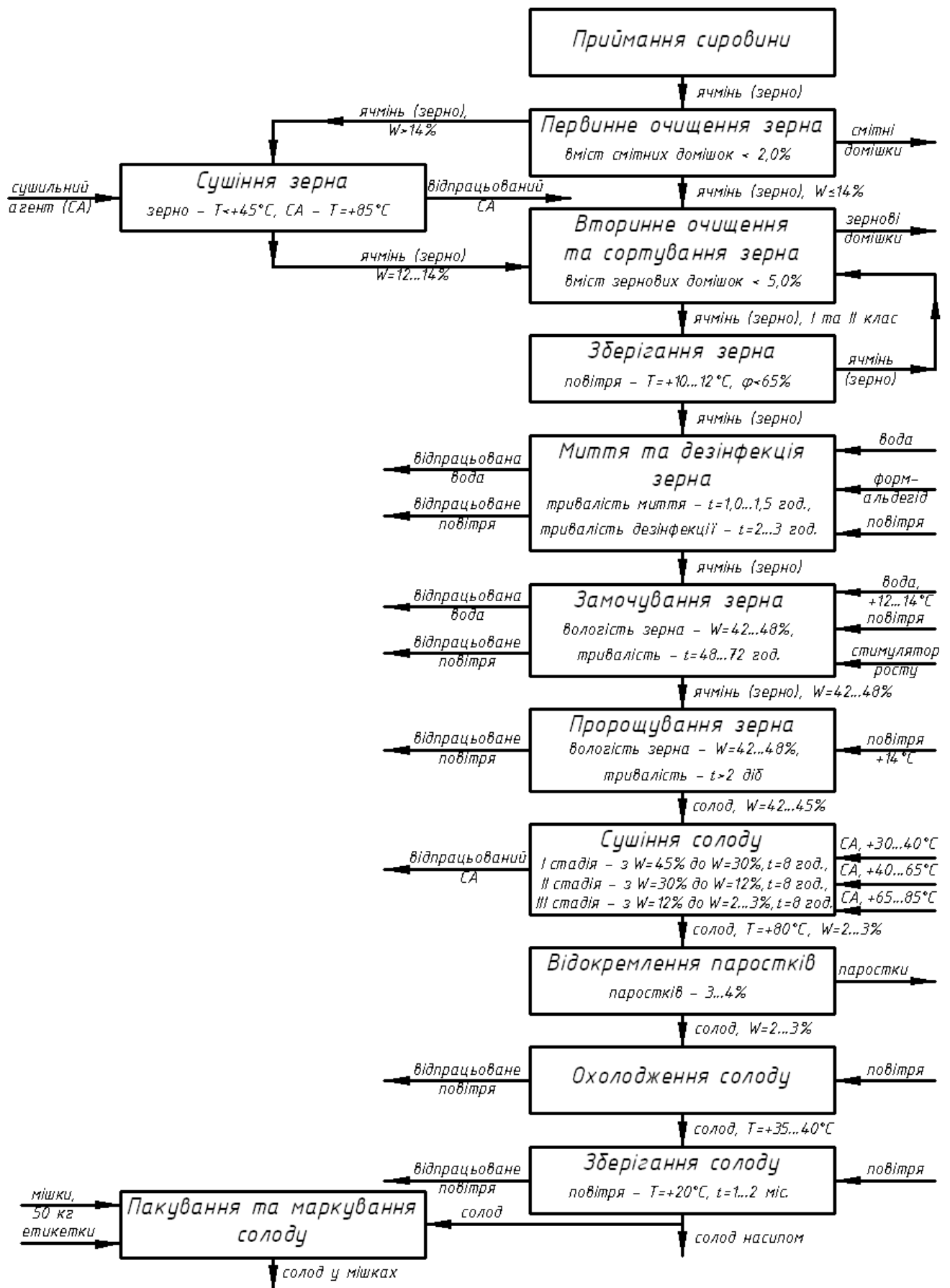


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва солоду ячмінного

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ				

7. Замочування зерна – штучне насичення зерна ячменю водою, що здійснюється для активізації у ньому ферментних систем, які сприяють пророщуванню зерна. Вільна волога в зерні забезпечує перехід у розчин поживних речовин і їх міграцію до зародку. Вологість зерна, що необхідна для його пророщування, називається ступенем замочування. Оптимальний ступінь замочування (вологість) ячменю становить 42...48%.

На швидкість замочування ячменю значний вплив здійснює його хімічний склад. На замочування необхідно подавати однорідне за складом і розміром зерно. Тривалість і ступінь замочування зерна залежить також від температури води, способу замочування, розмірів зерна і для світлого солоду становить 48..72 год., а для темного – 72...96 год. Температура води є головним чинником, що впливає на швидкість замочування. Рекомендована температура води для замочування зерна становить +12...14°C.

Із підвищенням вологості інтенсивність дихання зерна різко зростає, що зумовлює необхідність його забезпечення достатньою кількістю кисню. Тому під час замочування здійснюють штучну аерацію (насичення повітрям) зерна.

Під час замочування зерна у воду додають хімічні речовини (гібберелінова кислота, пероксид водню, перманганат калію, хлорид марганцю, хлорне залізо, цитолітичні ферменти), які здійснюють стимулюючу дію на пророщування зерна.

Схема повітряно-водяного замочування:

- наповнення чану водою – 15 хв.;
- засипання зерна з одночасним перемішуванням стисненим повітрям – 30 хв.;
- зливання брудної води – 30 хв.;
- перебування зерна у чистій воді – 2 год.;
- відокремлення сплаву, промивання та зливання чистої води – 30 хв.;
- повітряне замочування (зерно без води) – 4 год.;
- заповнення чану другою водою, додавання дезінфікуючих речовин та перемішування зерна стиснутим повітрям – 15 хв.;
- мокре замочування (зерно під водою) – 6 год.;

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зливання другої води – 15 хв.;
- повітряне замочування – 6 год.;
- заповнення чану третьою водою – 15 хв.;
- мокре замочування – 4 год.;
- зливання третьої води – 15 хв.;
- повітряне замочування – 6 год.;
- заповнення чану четвертою водою – 15 хв.;
- мокре замочування – 4 год.;
- зливання четвертої води – 15 хв.;
- повітряне замочування – 6 год.;
- вивантаження зерна – 10 хв.

8. Пророщування зерна – триває 4...6 діб. Під час пророщування відбувається утворення ферментів, що необхідні для розчеплення речовин під час затирання (затирання – це технологічна операція під час приготування сусла). Під дією ферментів під час пророщування частина складних речовин зерна перетворюється у мальтозу, глюкозу, мальтодекстрини і декстрини, пептиди, амінокислоти тощо. Під час пророщування відбуваються складні процеси:

- біологічні – проростання зародка та синтез нових речовин, а також дихання зерна;
- біохімічні – гідроліз запасних речовин ендосперму;
- хімічні – взаємодія отриманих у результаті гідролізу речовин та утворення смакоароматичного з'єднання;
- фізичні – переміщення запасних розчинних речовин від ендосперму до зародку і у зворотному напрямку.

Технологічні вимоги до пророщування зерна ячменю характеризуються наступними показниками: температурою, за якої відбувається пророщування зерна на окремих стадіях; вмістом вологи у зерні; тривалістю пророщування.

При виборі оптимального температурного режиму пророщування зерна, необхідно ураховувати властивості ячменю, що надходить на виробництво солоду, спосіб його замочування. Пророщування ячменю передбачає його зволоження до

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

40...42% і пророщування за температурі +17...18°C протягом двох днів. Далі вологість зерна збільшують до +45...48% і в кінці біологічної фази здійснюють охолодження до +10...13°C. У солодовнях до шару зерна підводиться свіже зволене повітря з температурою +14°C для охолодження і підтримки необхідної вологості. Солод, який пророщений за оптимальних умов, має свіжий огірковий запах. Основною ознакою, що визначає закінчення процесу пророщування, є повна розчинність борошністого тіла зерна. При цьому, завдяки ферментативним процесам, воно легко розтирається між пальцями.

9. Сушіння солоду – отриманий під час пророщування солод має високу вологість 42...45% та непридатний для зберігання. Він має сирий запах та смак і за своїм хімічним складом не задовольняє вимоги пивоваріння:

- у ньому немає ароматичних речовин та барвників;
- міститься багато білків, які розчиняються у воді (пиві) з утворенням мути;
- у паростках солоду міститься алкалоїд гордеїн, що надає пиву неприємний (гіркий) присмак.

Під час сушіння солоду виокремлюють три стадії:

- фізіологічна – температура сушильного агента (СА) +30...40°C, під час цієї стадії вологість солоду зменшується з 43% до 30%; тривалість стадії 8 год.; протягом цієї стадії температура наближається до оптимальної для дії ферментів та їх активність істотно підвищується, зерно продовжує рости, відбувається розвиток зародкового листочка та корінця, активно споживаються вуглеводи; ця стадія необхідна для збереження ферментів, оскільки, якщо розпочати з високих температур СА, тоді окрім утворення скловидного солоду будуть зруйновані ферменти, що є недопустимим);

- ферментативна – температура СА +40...65°C, під час цієї стадії вологість солоду зменшується з 30% до 12%; тривалість стадії 8 год.; за такої температури фізіологічні процеси пригнічуються, але дія ферментів продовжується активно і, як наслідок, відбувається накопичення продуктів гідролітичного розпаду; якщо різко підняти температуру, то може відбутися часткова клейстеризація крохмалю та утворитися скловидний солод, що є недопустимим;

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- хімічна – температура СА +65...85°C, під час цієї стадії вологість солоду зменшується з 12% до 2...3%; тривалість стадії 8 год.; під час підвищення температури СА до +80°C дія ферментів припиняється, але хімічні процеси продовжуються і навіть прискорюються; продукти розпаду білків та вуглеводів розпочинають взаємодіяти, внаслідок чого утворюються нові з'єднання, які надають солоду характерні органолептичні властивості.

Під час виробництва темного солоду важливо отримати яскраво виражені ароматичні властивості та сильніше забарвлення, ніж у світлого солоду. Для цього стадію хімічного сушіння здійснюють за температури +105°C.

10. Відокремлення паростків – у солоді після сушіння знаходяться паростки у кількості 3...4% від загальної маси, для подальшої переробки солоду їх необхідно відокремити. Усе обладнання для відокремлення паростків працює за одним принципом: шляхом притискання зерна до поверхні ситового циліндра, при цьому важливо не пошкодити зерно.

11. Охолодження солоду – солод після сушіння має температуру +80°C і за такої температури зберігатися не може. Його охолоджують шляхом продування холодним повітрям до температури +35...40°C.

12. Зберігання солоду – відбувається у силосах. Приміщення для зберігання солоду мають бути сухими, а зерно періодично має провітрюватися, щоб не утворювався затхлий запах. Після сушіння і охолодження вологість солоду становить $\approx 2\%$, тому він дуже крихкий і при подрібненні його оболонка буде подрібнюватися до стану борошна, внаслідок чого сусло буде мутне та буде погано фільтруватися, бродіння такого сусла уповільнене. Таким чином, відлежування солоду протягом 1...2 місяців обов'язкове для покращення його властивостей. Зберігання має відбуватися за температури не вище +20°C.

13. Пакування та маркування солоду – для транспортування солод пакують у лляні або пенькові мішки по 50 кг. Мішки можуть бути новими або такими, що були у використуванні, але чистими, сухими, без стороннього запаху, не зараженими шкідниками. На мішки наносять маркування у відповідності до державного стандарту. Солод також може реалізовуватися насипом.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Технологічні розрахунки

2.2.1 Розрахунок очищення, сушіння та зберігання зерна

Визначимо масу зерна ячменю після зберігання на складі у силосах протягом $n_{\text{д.}} = 170$ діб. Зерно ячменю надійшло в силоси після первинного і вторинного очищення та сушіння. Маса товарного ячменю, що надійшов на первинне очищення, – $m_{\text{т.яч.}}^{\text{поч.}} = 11578451$ кг. Вміст сміттєвих домішок у товарному ячмені до первинного очищення – $a_{\text{см.д.}}^{\text{поч.}} = 2,5\%$. Вміст сміттєвих домішок у товарному ячмені після первинного очищення – $a_{\text{см.д.}}^{\text{кінц.}} = 1,5\%$. Вміст зернових домішок у зерні до вторинного очищення – $a_{\text{з.д.}}^{\text{поч.}} = 3,0\%$. Вміст зернових домішок у зерні після його вторинного очищення – $a_{\text{з.д.}}^{\text{кінц.}} = 1,0\%$. Початкова відносна вологість зерна ячменю – $W_{\text{в.з.}}^{\text{поч.}} = 17\%$. Відносна вологість зерна ячменю після сушіння – $W_{\text{в.з.}}^{\text{кінц.}} = 14\%$. Втрати зерна ячменю під час переміщення на складі – $B_{\text{з.}}^{\text{скл.}} = 0,04\%$.

Маса зерна ячменю після первинного очищення:

$$m_{\text{т.яч.}}^{\text{п.оч.}} = m_{\text{т.яч.}}^{\text{поч.}} \cdot \frac{(100 - a_{\text{см.д.}}^{\text{поч.}})}{(100 - a_{\text{см.д.}}^{\text{кінц.}})} = 11578451 \cdot \frac{(100 - 2,5)}{(100 - 1,5)} = 11460903 \text{ кг.} \quad (2.1)$$

Маса зерна ячменю після вторинного очищення:

$$m_{\text{з.}}^{\text{вт.оч.}} = m_{\text{т.яч.}}^{\text{п.оч.}} \cdot \frac{(100 - a_{\text{з.д.}}^{\text{поч.}})}{(100 - a_{\text{з.д.}}^{\text{кінц.}})} = 11460903 \cdot \frac{(100 - 3)}{(100 - 1)} = 11229370 \text{ кг.} \quad (2.2)$$

Приймаємо, що під час очищення зерна його відносна вологість зменшується на 0,5%, тоді маса зерна після сушіння:

$$m_{\text{з.}}^{\text{суш.}} = m_{\text{з.}}^{\text{вт.оч.}} \cdot \frac{(100 - (W_{\text{в.з.}}^{\text{поч.}} - 0,5))}{(100 - W_{\text{в.з.}}^{\text{кінц.}})} = 11229370 \cdot \frac{(100 - (17 - 0,5))}{(100 - 14)} = 10902935 \text{ кг.} \quad (2.3)$$

Маса зерна ячменю в силосах елеватора з урахуванням втрат зерна під час переміщення на складі:

$$m_{\text{з.}}^{\text{ел.}} = \frac{m_{\text{з.}}^{\text{суш.}} \cdot (100 - B_{\text{з.}}^{\text{скл.}})}{100} = \frac{10902935 \cdot (100 - 0,04)}{100} = 10902935 \text{ кг.} \quad (2.4)$$

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час зберігання зерна внаслідок дихання та інших процесів відбувається зменшення його кількості. Визначимо втрати маси зерна під час зберігання. Оскільки зерно ячменю зберігається в силосах елеватора протягом $n_{\partial} = 170$ діб, відповідно, втрати маси зерна ячменю під час зберігання визначаються за формулою [19]:

$$B_{<6.м} = B_{3.м} + \frac{(B_{6.м} - B_{3.м})(n_{\partial} - 90)}{90} = 0,06 + \frac{(0,07 - 0,06)(170 - 90)}{90} = 0,069\%, \quad (2.5)$$

де $B_{3.м}$ – норма природних втрат маси зерна ячменю під час зберігання протягом 3 місяців в елеваторних силосах [19], %;

$B_{6.м}$ – норма природних втрат маси зерна ячменю під час зберігання протягом 6 місяців в елеваторних силосах [19], %.

Таким чином, маса зерна ячменю в силосах після 170 діб зберігання становитиме:

$$m_{3.}^{зб.} = \frac{m_{3.}^{ел.}(100 - B_{<6.м})}{100} = \frac{10902935 \cdot (100 - 0,069)}{100} = 10895412 \text{ кг.} \quad (2.6)$$

Згідно проведених розрахунків, зі $m_{т.яч.}^{поч.} = 11578451$ кг товарного ячменю отримаємо $m_{3.}^{зб.} = 10895412$ кг відсортованого ячменю, відповідно, складемо пропорцію:

товарний ячмінь	відсортований ячмінь
11578451 кг	10895412 кг
100 кг	x кг

звідки матимемо:

$$x = \frac{10895412 \cdot 100}{11578451} = 94,1 \text{ кг.} \quad (2.7)$$

Тобто, із 100 кг товарного ячменю, що надходить у заводське зерносховище, виходить 94,1 кг відсортованого ячменю (I та II сортів), решта 5,9 кг складають сміттєві домішки, втрати під час транспортування і зберігання, а також ячмінь III сорту.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк. 30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.2 Розрахунок витрати зерна ячменю на виробництво солоду

Розрахуємо кількість зерна ячменю, що необхідна для виробництва 100 кг товарного солоду, якщо відомі вміст сухих речовин в ячмені $S_3 = 87\%$ та втрати сухих речовин зерна: на сплав – $B_S^{cпл.} = 1,0\%$; на розчинення – $B_S^{розч.} = 0,5\%$; на дихання – $B_S^{дох.} = 5,5\%$; на утворення паростків – $B_S^{нар.} = 4,3\%$. Крім того, розрахуємо витрату товарного ячменю для виробництва 100 кг світлого, темного, карамельного та паленого солодів, якщо також відомі:

- відносна вологість замоченого ячменю – $W_{в.зам.з.} = 43\%$;
- відносна вологість зеленого солоду – $W_{в.з.сол.} = 41\%$;
- відносна вологість сухого солоду – $W_{в.с.сол.} = 3\%$;
- відносна вологість відлежаного солоду – $W_{в.відл.сол.} = 6\%$;
- втрати сухих речовин під час полірування солоду – $B_S^{пол.} = 0,5\%$;
- відносна вологість вологого сплаву зерна – $W_{в.с.спл.} = 30\%$;
- відносна вологість повітряно-сухого сплаву зерна – $W_{в.п.с.спл.} = 15\%$;
- відносна вологість паростків – $W_{в.нар.} = 11\%$;
- втрати сухих речовин під час виробництва темного солоду – $B_S^{тем.сол.} = 14\%$.

Усі розрахунки будемо здійснювати для $m_{відс.з.} = 100$ кг відсортованого зерна ячменю.

Сумарні втрати сухих речовин зерна ячменю під час замочування:

$$B_S^{зам.} = B_S^{cпл.} + B_S^{розч.} \% = 1 + 0,5 = 1,5\%. \quad (2.8)$$

Маса сухих речовин в ячмені до замочування:

$$m_{S_3} = \frac{m_{відс.з.} \cdot S_3}{100} = \frac{100 \cdot 87}{100} = 87 \text{ кг}. \quad (2.9)$$

Маса сухих речовин в ячмені після замочування:

$$m_{S_{зам.з.}} = \frac{m_{S_3} \cdot (100 - B_S^{зам.})}{100} = \frac{87 \cdot (100 - 1,5)}{100} = 85,7 \text{ кг}. \quad (2.10)$$

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо масу замоченого зерна ячменю за його відносної вологості

$$W_{в.зам.з.} = 43\%:$$

$$m_{зам.з.} = \frac{m_{S_{зам.з.}} \cdot 100}{(100 - W_{в.зам.з.})} = \frac{85,7 \cdot 100}{(100 - 43)} = 150,4 \text{ кг.} \quad (2.11)$$

Маса сухих речовин у зеленому солоді з урахуванням втрат на сплав, розчинення та дихання:

$$m_{S_{з.сол.}} = \frac{m_{S_{з.}} \cdot (100 - B_S^{спл.} - B_S^{розч.} - B_S^{дох.})}{100} = \frac{87 \cdot (100 - 1 - 0,5 - 5,5)}{100} = 80,9 \text{ кг.} \quad (2.12)$$

За відносної вологості зеленого солоду $W_{в.з.сол.} = 41\%$ його маса становитиме:

$$m_{з.сол.} = \frac{m_{S_{з.сол.}} \cdot 100}{(100 - W_{в.з.сол.})} = \frac{80,9 \cdot 100}{(100 - 41)} = 137,1 \text{ кг.} \quad (2.13)$$

Маса сухих речовин у паростках:

$$m_{Snap.} = \frac{m_{S_{з.}} \cdot B_S^{нар.}}{100} = \frac{87 \cdot 4,3}{100} = 3,7 \text{ кг.} \quad (2.14)$$

Визначимо масу сухих речовин у свіжовисушеному солоді після видалення паростків:

$$m_{Sc.сол.} = m_{S_{з.сол.}} - m_{Snap.} = 80,9 - 3,7 = 77,2 \text{ кг.} \quad (2.15)$$

Маса сухого солоду за його відносної вологості $W_{в.с.сол.} = 3\%$:

$$m_{с.сол.} = \frac{m_{Sc.сол.} \cdot 100}{(100 - W_{в.с.сол.})} = \frac{77,2 \cdot 100}{(100 - 3)} = 79,6 \text{ кг.} \quad (2.16)$$

Після відлежування вологість солоду збільшується.

Оскільки відносна вологість відлежаного солоду $W_{в.відл.сол.} = 6\%$, тоді його маса становитиме:

$$m_{відл.сол.} = \frac{m_{Sc.сол.} \cdot 100}{(100 - W_{в.відл.сол.})} = \frac{77,2 \cdot 100}{(100 - 6)} = 82,1 \text{ кг.} \quad (2.17)$$

Оскільки втрати сухих речовин під час полірування відлежаного солоду становлять $B_S^{пол.} = 0,5\%$ від маси відлежаного солоду, тоді маса сухих речовин у товарному солоді після полірування становитиме:

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{Sm.col.} = m_{Sc.col.} - \frac{m_{відл.col.} \cdot B_S^{пол.}}{100} = 77,2 - \frac{82,1 \cdot 0,5}{100} = 76,8 \text{ кг.} \quad (2.18)$$

Маса товарного солоду, який одержуємо із відлежаного:

$$m_{m.col.} = \frac{m_{Sm.col.} \cdot 100}{(100 - W_{в.відл.col.})} = \frac{76,8 \cdot 100}{(100 - 6)} = 81,7 \text{ кг.} \quad (2.19)$$

Оскільки, відповідно до розрахунків, вихід відсортованого ячменю із 100 кг товарного ячменю становить 94,1 кг, тобто $a_{відс.з.} = 94,1\%$, тоді на 100 кг відсортованого ячменю необхідно несортованого (товарного) ячменю:

$$m_{m.з.} = \frac{100 \cdot 100}{a_{відс.з.}} = \frac{100 \cdot 100}{94,1} = 106,3 \text{ кг.} \quad (2.20)$$

Щоб мати масу товарного солоду $m_{m.col.} = 81,7$ кг, необхідно переробити масу $m_{відс.з.} = 100$ кг відсортованого ячменю або масу $m_{m.з.} = 106,3$ кг товарного (несортованого) ячменю.

Вихід товарного солоду відносно несортованого ячменю:

$$v_{m.col.} = \frac{m_{m.col.} \cdot 100}{m_{m.з.}} = \frac{81,7 \cdot 100}{106,3} = 76,9 \text{ \%}. \quad (2.21)$$

Визначимо витрату ячменю на 100 кг товарного солоду:

- відсортованого ячменю:

$$m_{відс.з.}^{100сол.} = \frac{100 \cdot 100}{m_{m.col.}} = \frac{100 \cdot 100}{81,7} = 122,4 \text{ кг;} \quad (2.22)$$

- товарного ячменю:

$$m_{m.з.}^{100сол.} = \frac{m_{m.з.} \cdot 100}{m_{m.col.}} = \frac{106,3 \cdot 100}{81,7} = 130,1 \text{ кг.} \quad (2.23)$$

Визначимо масу втрат сухих речовин зерна на сплав:

$$m_{Sз.}^{спл.} = \frac{m_{Sз.} \cdot B_S^{спл.}}{100} = \frac{87 \cdot 1}{100} = 0,87 \text{ кг.} \quad (2.24)$$

Маса сплаву зерна за відносної вологості $W_{в.с.спл.} = 30\%$:

$$m_{с.спл.з.} = \frac{m_{Sз.}^{спл.} \cdot 100}{(100 - W_{в.с.спл.})} = \frac{0,87 \cdot 100}{(100 - 30)} = 1,24 \text{ кг.} \quad (2.25)$$

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За відносної вологості повітряно-сухого сплаву зерна $W_{\text{в.н.с.спл.}} = 15\%$ його маса становитиме:

$$m_{\text{н.с.спл.з.}} = \frac{m_{S_3}^{\text{спл.}} \cdot 100}{(100 - W_{\text{в.н.с.спл.}})} = \frac{0,87 \cdot 100}{(100 - 15)} = 1,02 \text{ кг.} \quad (2.26)$$

За відносної вологості паростків $W_{\text{в.нар.}} = 11\%$ їх маса в повітряно-сухому стані становитиме:

$$m_{\text{нар.}} = \frac{m_{S_{\text{нар.}}} \cdot 100}{(100 - W_{\text{в.нар.}})} = \frac{3,7 \cdot 100}{(100 - 11)} = 4,2 \text{ кг.} \quad (2.27)$$

Під час виробництва темного, карамельного і паленого солодів втрати сухих речовин збільшуються порівняно із втратами під час виробництва світлого солоду. Якщо втрати сухих речовин під час виробництва темного солоду становлять $B_S^{\text{тем.сол.}} = 14\%$, тоді маса сухих речовин у ньому:

$$m_{S_{\text{тем.сол.}}} = \frac{m_{S_3} \cdot (100 - B_S^{\text{тем.сол.}})}{100} = \frac{87 \cdot (100 - 14)}{100} = 74,8 \text{ кг.} \quad (2.28)$$

Оскільки відносна вологість відлежаного солоду $W_{\text{в.відл.сол.}} = 6\%$, то маса відлежаного темного солоду становитиме:

$$m_{\text{тем.сол.}} = \frac{m_{S_{\text{тем.сол.}}} \cdot 100}{(100 - W_{\text{в.відл.сол.}})} = \frac{74,8 \cdot 100}{(100 - 6)} = 79,6 \text{ кг.} \quad (2.29)$$

Таким чином, для виробництва темного солоду в кількості, що дорівнює кількості світлого солоду, необхідно відсортованого ячменю взяти у стільки разів більше, у скільки разів вихід світлого солоду більший від виходу темного, тобто коефіцієнт перерахунку становитиме:

$$K_{\text{сол.}}^{\text{св./тем.}} = \frac{m_{\text{т.сол.}}}{m_{\text{тем.сол.}}} = \frac{81,7}{79,6} = 1,03. \quad (2.30)$$

Із 1 кг світлого солоду виходить 0,9 кг карамельного солоду, відповідно, коефіцієнт перерахунку становитиме:

$$K_{\text{сол.}}^{\text{св./кар.}} = \frac{m_{\text{т.сол.}}}{m_{\text{кар.сол.}}} = \frac{1}{0,9} = 1,11. \quad (2.31)$$

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із 1 кг світлого солоду виходить 0,8 кг паленого солоду, відповідно, коефіцієнт перерахунку становитиме:

$$K_{сол.}^{св./пал.} = \frac{m_{т.сол.}}{m_{пал.сол.}} = \frac{1}{0,8} = 1,25. \quad (2.32)$$

Щоб розрахувати кількість ячменю, відходів і напівфабрикатів для виробництва темного, карамельного та паленого солодів, необхідно показники, що визначені для світлого солоду, помножити на знайдені коефіцієнти.

Витрата товарного ячменю становитиме:

– на 100 кг темного солоду:

$$m_{т.з.} = m_{т.з.}^{100сол.} \cdot K_{сол.}^{св./тем.} = 130,1 \cdot 1,03 = 134,0 \text{ кг}; \quad (2.33)$$

– на 100 кг карамельного солоду:

$$m_{т.з.} = m_{т.з.}^{100сол.} \cdot K_{сол.}^{св./кар.} = 130,1 \cdot 1,11 = 144,4 \text{ кг}; \quad (2.34)$$

– на 100 кг паленого солоду:

$$m_{т.з.} = m_{т.з.}^{100сол.} \cdot K_{сол.}^{св./пал.} = 130,1 \cdot 1,25 = 162,6 \text{ кг}. \quad (2.35)$$

Результати розрахунку витрати сировини і виходу напівфабрикатів, відходів та готової продукції під час виробництва солоду представлені в таблиці 2.1.

Проведені розрахунки дозволили визначити кількість потрібної сировини, вихід напівфабрикатів, відходів і готової продукції на 100 кг відсортованого ячменю. Здійснимо розрахунки витрати сировини та виходу напівфабрикатів, відходів та готової продукції на 100 кг товарного солоду. Оскільки вихід товарного солоду зі 100 кг відсортованого ячменю становить 81,7 кг, відповідно, для визначення необхідної кількості сировини та напівфабрикатів на 100 кг товарного солоду, усі дані стовпчика 3 в таблиці 2.1 необхідно помножити на коефіцієнт:

$$K_{сол.}^{100кг} = \frac{100}{m_{т.сол.}} = \frac{100}{81,7} = 1,224. \quad (2.36)$$

Здійснимо розрахунки витрати сировини та виходу напівфабрикатів, відходів та готової продукції на 100 кг товарного ячменю. Оскільки вихід відсортованого ячменю зі 100 кг товарного ячменю становить 94,1 кг, відповідно, для визначення

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідної кількості сировини та напівфабрикатів на 100 кг товарного ячменю, усі дані стовпчика 3 в таблиці 2.1 необхідно помножити на коефіцієнт:

$$K_{т.з.}^{100кг} = \frac{94,1}{100} = 0,941. \quad (2.37)$$

Таблиця 2.1 – Витрати сировини і вихід напівфабрикатів, відходів та готової продукції під час виробництва солоду

Сировина, напівфабрикати, відходи та готова продукція	Витрати сировини і вихід напівфабрикатів, відходів та готової продукції, кг		
	на (зі) 100 кг товарного ячменю	на (зі) 100 кг відсортованого ячменю	на (зі) 100 кг товарного солоду
1	2	3	4
Товарний ячмінь	100,0	106,3	130,1
Відсортований ячмінь	94,1	100,0	122,4
Замочений ячмінь	141,5	150,4	184,1
Зелений солод	129,0	137,1	167,8
Свіжовисушений солод	74,9	79,6	97,4
Відлежаний солод	77,2	82,1	100,5
Товарний солод	76,9	81,7	100,0
Сплав повітряно-сухий	0,96	1,02	1,25
Паростки	4,0	4,2	5,1

2.2.3 Розрахунок витрати повітря на пророщування солоду

Кількість повітря, що необхідна для вентилявання зерна ячменю під час пророщування в барабанній солодовні, розраховується відповідно до кількості теплоти, яка виділяється під час пророщування. Тепловий баланс барабанної солодовні може бути представлений наступним чином:

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

1. Надходження теплоти:

- теплота, що надходить в барабанну солодовню із замоченим зерном:

$$Q_1 = m_{3.3.} \cdot c_{3.3.} \cdot t_{3.3.} = 12000 \cdot 2,74 \cdot 20 = 657600 \text{ кДж}, \quad (2.38)$$

де $m_{3.3.}$ – маса замоченого зерна ячменю вологістю $W_{в.зам.з.} = 43\%$, що завантажується в барабанну солодовню, кг;

$c_{3.3.}$ – питома теплоємність замоченого зерна ячменю, кДж/(кг·°C);

$t_{3.3.}$ – температура замоченого зерна під час завантаження в солодовню, °C;

- теплота, що виділяється під час пророщування солоду, ураховуючи втрати сухих речовин зерна на утворення паростків – $B_S^{nap.} = 4,3\%$:

$$Q_2 = m_{S3.3.}^B \cdot q = 294,1 \cdot 17982 = 5288506 \text{ кДж}, \quad (2.39)$$

$$m_{S3.3.} = \frac{m_{3.3.} \cdot (100 - W_{в.зам.з.})}{100} = \frac{12000(100 - 43)}{100} = 6840 \text{ кг}, \quad (2.40)$$

$$m_{S3.3.}^B = \frac{m_{S3.3.} \cdot B_S^{nap.}}{100} = \frac{6840 \cdot 4,3}{100} = 294,1 \text{ кг}, \quad (2.41)$$

де $m_{S3.3.}$ – маса сухих речовин в зерні вологістю $W_{в.зам.з.} = 43\%$, що завантажується в барабанну солодовню; кг;

$m_{S3.3.}^B$ – маса сухих речовин зерна, що втрачається під час його пророщування; кг;

q – питома кількість теплоти, що виділяється під час пророщування зерна на 1 кг втрат сухої речовини, кДж/кг ($q = 17982$ кДж/кг);

- ентальпія барабана солодовні під час завантаження ячменю:

$$Q_3 = m_{б.с.} \cdot c_{б.с.} \cdot t_{б.с.}, \quad (2.42)$$

де $m_{б.с.}$ – маса барабана солодовні, кг;

$c_{б.с.}$ – питома теплоємність матеріалу барабана солодовні, кДж/(кг·°C);

$t_{б.с.}$ – температура барабана солодовні, °C;

- теплота, що надходить в солодовню з повітрям:

$$Q_4 = I_1 L. \quad (2.43)$$

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де I_1 – питома ентальпія повітря на вході в солодовню (за температури $+17^\circ\text{C}$ та вологості 98% – $I_1 = 45$ кДж/кг);

L – витрата повітря на вентилявання солоду, кг;

2. Витрати теплоти:

- теплота, що виходить із солодом під час вивантаження солодовні за відносної вологості солоду – $W_{в.з.сол.} = 41\%$:

$$Q_5 = m_{с.в.} \cdot c_{с.в.} \cdot t_{с.в.} = 11095 \cdot 2,69 \cdot 14 = 417838 \text{ кДж}, \quad (2.44)$$

$$m_{с.в.} = \frac{(m_{S3.з.}^A - m_{S3.з.}^B) \cdot 100}{100 - W_{в.з.сол.}} = \frac{(6840 - 294,1) \cdot 100}{100 - 41} = 11095 \text{ кг}, \quad (2.45)$$

де $m_{с.в.}$ – маса солоду під час вивантаження з барабанної солодовні, кг;

$c_{с.в.}$ – питома теплоємність солоду, що вивантажується з барабанної солодовні, кДж/(кг·°C);

$t_{с.в.}$ – температура солоду під час вивантаження з солодовні, °C;

- теплота, що виділяється під час пророщування солоду:

$$Q_6 = I_2 L, \quad (2.46)$$

де I_2 – питома ентальпія повітря на виході з солодовні (за температури $+20^\circ\text{C}$ та вологості 100% – $I_2 = 58$ кДж/кг;), кДж/кг;

- ентальпія барабана солодовні під час вивантаження солоду:

$$Q_7 = m_{б.с.} \cdot c_{б.с.} \cdot t_{б.с.}; \quad (2.47)$$

- втрати теплоти в навколишнє середовище:

$$Q_8 = \alpha F \Delta t \tau_p = 25,12 \cdot 5,5 \cdot 5 \cdot 144 = 99475 \text{ кДж}, \quad (2.48)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі від поверхні солоду до атмосферного повітря ($\alpha = 25,12$ кДж/(м²·год·°C));

F – площа поверхні, що займає солод у барабані солодовні, м²;

Δt – різниця температур між середньою та температурою в приміщенні, °C;

τ_p – тривалість пророщування солоду, год.

Рівняння теплового балансу має вигляд:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8. \quad (2.49)$$

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки кількість теплоти Q_7 , що віддається барабаном солодовні під час вивантаження солоду, незначно відрізняється за величиною від кількості теплоти Q_3 , що виділяється барабаном солодовні під час завантаження замоченого ячменю, тоді рівняння теплового балансу матиме вигляд:

$$Q_1 + Q_2 + I_1L = Q_5 + I_2L + Q_8. \quad (2.50)$$

Звідки витрата повітря L (кг) на вентилявання солоду становитиме:

$$L = (Q_1 + Q_2 - Q_5 - Q_8) / (I_2 - I_1), \quad (2.51)$$

$$L = (657600 + 5288506 - 417838 - 99475) / (58 - 45) = 417599 \text{ кг.}$$

2.3 Машинно-апаратурна схема виробництва солоду

На основі технологічної схеми виробництва солоду ячмінного складена машинно-апаратурна схема виробництва солоду, що представлена на рис. 2.2. Машинно-апаратурна схема виробництва солоду містить інформацію щодо обладнання, яке необхідне для здійснення технологічних операцій.

Технологічна лінія виробництва солоду ячмінного містить обладнання для транспортування та зважування зерна, елеваторні силоси для зберігання зерна, шахтну сушарку зерна, зерноочисні та сортувальні машини (повітряний та решітчастий сепаратори, циліндричний трієр, магнітний сепаратор). Також лінія містить чани для миття та замочування зерна ячменю. Основний комплекс обладнання лінії містить барабанну солодовню, карусельну сушарку солоду, що також здійснює охолодження солоду, та паростковідбійну машину.

Згідно прийнятої на виробництві технологічної схеми, ячмінь, що надходить на підприємство, спрямовується на зберігання в бункер, звідки за допомогою перемикачів потоку та стрічкового транспортеру подається до норії, яка піднімає його у проміжний бункер. Із проміжного бункера, після зважування на автоматичній вазі, ячмінь подається на первинне очищення в повітряно-решітчастий сепаратор.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

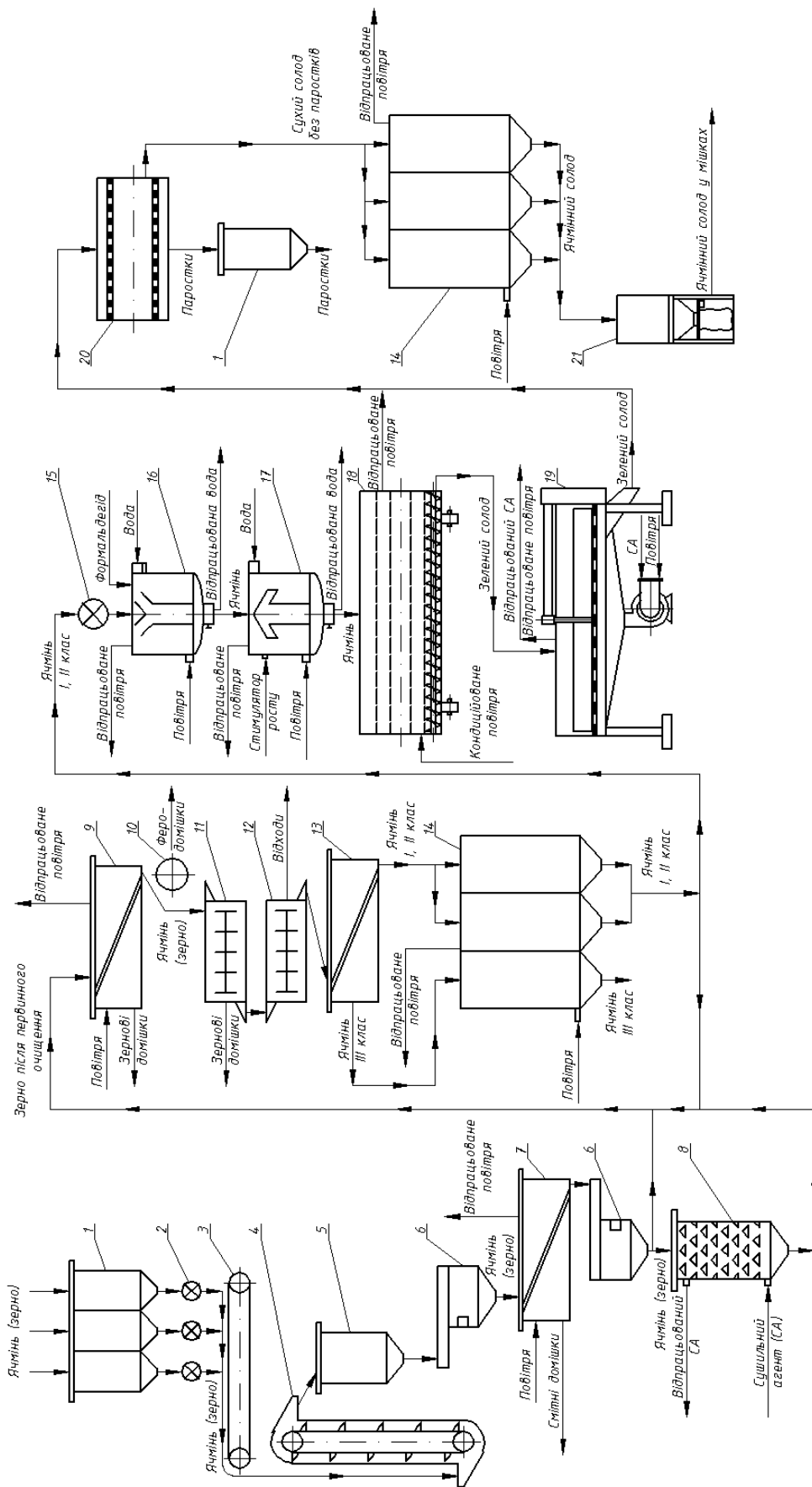


Рисунок 2.2 – Машинно-апаратурна схема виробництва солоду ячмінного: 1 – бункери; 2 – перемикач потоку; 3 – стрічковий транспортер; 4 – норія; 5 – проміжний бункер; 6 – ваги; 7, 9 – повітряно-решітчасті сепаратори; 8 – шахтна сушарка; 10 – магнітний сепаратор; 11, 12 – трієри; 13 – решітчастий сепаратор; 14 – силоси; 15 – дозатор; 16, 17 – замочувальні чани; 18 – барабанна солодовня; 19 – карусельна сушарка; 20 – паростковідбійна машина; 21 – пакувальна машина

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

ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ

Попередньо очищене зерно зважується на електронній вазі та спрямовується в елеваторний силос, де зберігається до моменту вторинного очищення. За необхідності ячмінь після первинного очищення спрямовується у шахтну сушарку для підсушування зерна до 14%, після чого здійснюють його вторинне очищення.

Вторинне очищення ячменю передбачає повітряно-решітчасту сепарацію, відділення феродомішок у магнітному сепараторі, відбір інших зернових домішок та відходів у трієрі і розділення ячменю за крупністю в решітчастому сепараторі. Фракції ячменю усіх класів після вторинного очищення зберігаються в силосах. Фракція III класу використовується як корм худобі. Очищений та відсортований ячмінь I та II класів із силосів дозатором засипається в перший замочувальний чан, де відмивається від забруднення та за необхідності обробляється дезінфікуючими розчинами. У чан підводяться вода та повітря, що забезпечують перемішування зерна. Легке зерно та домішки під час миття спливають та відводяться разом із водою. Очищене зерно перекачується в другий замочувальний чан. Після завершення замочування зерно перевантажується в барабанну солодовню, де пророщується 6...8 діб. У солодовні зерно вентилується кондиційованим повітрям із відносною вологістю 96...98% та температурою +12°C. Із барабанної солодовні зелений солод завантажується в карусельну сушарку для сушіння та охолодження. Сухий солод із карусельної сушарки очищується від паростків у паростковідбійній машині. Паростки збираються в бункер. Сухий солод без паростків спрямовується в силос для відлежування з метою підвищення вологості оболонки та її еластичності. Після відлежування солод запаковується у мішки або насипом та транспортується для подальшої переробки на пивзаводи.

2.4 Підбір технологічного обладнання

Ураховуючи добову продуктивність цеху для виробництва солоду ячмінного (23,6 т/добу), що проектується, та приймаючи, що цех працює в три зміни, підбираємо технологічне обладнання для лінії виробництва солоду. Крім того, технологічне обладнання підбираємо у відповідності до машинно-апаратурної

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

схеми виробництва з урахуванням його продуктивності. Ураховуючи зазначене, для технологічної лінії виробництва солоду ячмінного підібрано обладнання, технічна характеристика якого представлено у таблиці 2.2 [1, 7, 8, 12, 20, 21].

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика технологічного обладнання

Технологічне обладнання, марка	Продуктивність	Габарити (довжина, ширина, висота), мм	Витрата електроенергії, кВт	Необхідна кількість, шт.	Кількість обслуговуючого персоналу
Бункер БЗК 3,7/50	50 м ³	3700×3700	-	4	1
Перемикач потоку (живильник) ПШМ-1	2,4 т/год.	1880×337×695	4,5	4	1
Стрічковий транспортер ZEO-BC	50 т/год.	1200×600×20000	3,5	4	1
Норія Н-50	100 т/год.	1300×600×15000	2,5	4	1
Проміжний бункер 903-020360	21 м ³ (14,3 т)	2750×6300	-	4	1
Ваги ЕрМак ВБ 1	50 т/год.	1975×1060×730	2,0	4	1
Повітряно-решітчастий сепаратор ЗСМ-5	5,0 т/год.	2800×2800×2700	10,0	4	4
Шахтна сушарка С-20	20 т/год.	1920×2700×9018	110,0	1	2
Магнітний сепаратор У1-БММ	8,0 т/год.	700×340×340	2,0	2	1
Трієр	4,0 т/год.	3630×1000×1100	2,5	4	2
Решітчастий сепаратор А2-ХПВ	1,6 т/год.	956×578×1460	1,1	2	2
Силос елеваторний ХЕ-233	110 м ³	5000×11900	-	10	2
Дозатор МС-2	15 т/год.	1915×1919×1045	1,0	1	1
Замочувальний чан	52 м ³ (24 т)	4500×6400	5,6	4	4
Барабанна солодовня	12 т	11400×3700×4050	3,5	8	6
Карусельна сушарка СКУ-15	15 т/год.	7200×3000	63,0	1	2
Паростковідбійна машина МР-2	2 т/год.	3050×1000×2100	2,5	1	1
Пакувальна машина УДП	150 кг/хв.	900×750×1600	1,2	1	1

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Висновки до розділу 2

1. Здійснено опис технології виробництва солоду ячмінного та складено технологічну схему виробництва, що забезпечує комплексне і раціональне використання сировини та випуск продукції високої якості. Крім того, у відповідності до складеної технологічної схеми виробництва забезпечено безперервність технологічного процесу, механізацію та автоматизацію виробництва, а також екологічність і безпеку виробничого процесу для персоналу.

2. Розрахована витрата зерна ячменю на виробництво солоду та вихід напівфабрикатів, відходів і готової продукції, також розраховано зміну кількості зерна під час його первинного та вторинного очищення, сушіння і зберігання.

3. Розрахована витрата повітря для вентилявання зерна ячменю під час пророщування в барабанній солодовні.

4. На основі технологічної схеми виробництва солоду ячмінного складена машинно-апаратурна схема виробництва солоду, що містить інформацію щодо обладнання, яке необхідне для здійснення технологічних операцій.

5. Ураховуючи добову продуктивність цеху для виробництва солоду ячмінного та у відповідності до машинно-апаратурної схеми виробництва підібране технологічне обладнання для лінії виробництва солоду та вказана його технічна характеристика.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок площ приміщень цеху виробничого та побутового призначення

Цех виробництва солоду ячмінного складається із наступних приміщень, що відносяться до виробничих приміщень:

- лабораторія;
- зерночисне відділення;
- замочувальне відділення;
- солодоростильне відділення;
- сушильне відділення.

Також до складу цеху виробництва солоду ячмінного входять допоміжні приміщення: електроцитова, побутові приміщення, душова та туалети.

Зерно ячменю зберігається у силосах, які, як і бункери та шахтна сушарка, розташовані за межами цеху. У цех зерно подається стрічковим транспортером. Склади готової продукції і матеріалів розташовані в окремому приміщенні, що зумовлено необхідністю створення належних умов зберігання солоду.

Площа виробничого відділення цеху розраховується за формулою:

$$F_{вир.} = F_{обл.} + F_{р.м.}, \quad (3.1)$$

де $F_{вир.}$ – площа виробничого відділення цеху, м²;

$F_{обл.}$ – площа, яку займає технологічне обладнання у виробничому відділенні цеху, м²;

$F_{р.м.}$ – площа, яку займають робочі місця у виробничому відділенні цеху, м².

Площа, яку займає технологічне обладнання у виробничому відділенні цеху, розраховується за формулою:

$$F_{обл.} = \sum_{i=1}^n (2p_{обл.} + l_i) \cdot (2p_{обл.} + s_i), \quad (3.2)$$

де $p_{обл.}$ – ширина проходів між технологічним обладнанням, м;

l_i – довжина i -го технологічного обладнання, м;

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

l_i – ширина i -го технологічного обладнання, м;

n – кількість обладнання, що встановлене у відділенні цеху, шт.

Площа, яку займають робочі місця у виробничому відділенні цеху, розраховується за формулою:

$$F_{p.m.} = n_{np.} \cdot k_s, \quad (3.3)$$

де $n_{np.}$ – кількість працівників, які обслуговують технологічне обладнання протягом зміни у відділенні цеху, осіб;

k_s – нормативний коефіцієнт, який визначає площу відділення цеху, що припадає на одного працівника, m^2 .

Розрахуємо за формулами (3.1) – (3.3) площі відділень цеху виробництва солоду ячмінного із урахуванням габаритних розмірів технологічного обладнання, що встановлене у відділеннях, його кількості, а також кількості працівників, які обслуговують це обладнання (дані з таблиці 2.2):

- зерноочисне відділення цеху (у відділенні розташоване обладнання: повітряно-решітчастий сепаратор ЗСМ-5 – 4 шт. (2,8×2,8 м), трієр – 4 шт. (3,63×1 м), решітчастий сепаратор А2-ХПВ – 2 шт. (0,95×0,57 м); кількість працівників – 9 осіб; $p_{обл.} = 1$ м; $k_s = 12$ m^2):

$$F_{обл.} = 4 \cdot (2 \cdot 1 + 2,8) \cdot (2 \cdot 1 + 2,8) + 4 \cdot (2 \cdot 1 + 3,63) \cdot (2 \cdot 1 + 1) + 2 \cdot (2 \cdot 1 + 0,95) \cdot (2 \cdot 1 + 0,57) = 174,9 \text{ м}^2;$$

$$F_{p.m.} = 9 \cdot 12 = 108 \text{ м}^2;$$

$$F_{вир.} = 174,9 + 108 = 282,88 \text{ м}^2;$$

- замочувальне відділення цеху (у відділенні розташоване обладнання: дозатор МС-2 – 1 шт. (1,91×1,91 м), замочувальний чан – 4 шт. (4,5×6,4 м); кількість працівників – 5 осіб; $p_{обл.} = 1$ м; $k_s = 12$ m^2):

$$F_{обл.} = 1 \cdot (2 \cdot 1 + 1,91) \cdot (2 \cdot 1 + 1,91) + 4 \cdot (2 \cdot 1 + 4,5) \cdot (2 \cdot 1 + 6,4) = 233,7 \text{ м}^2;$$

$$F_{p.m.} = 5 \cdot 12 = 60 \text{ м}^2;$$

$$F_{вир.} = 233,7 + 60 = 293,7 \text{ м}^2;$$

- солодоростильне відділення цеху (у відділенні розташоване обладнання: барабанна солодовня – 8 шт. (11,4×3,7 м); кількість працівників – 6 осіб; $p_{обл.} = 1$ м; $k_s = 12$ m^2):

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{обл.} = 8 \cdot (2 \cdot 1 + 11,4) \cdot (2 \cdot 1 + 3,7) = 611,0 \text{ м}^2;$$

$$F_{р.м.} = 6 \cdot 12 = 72,0 \text{ м}^2;$$

$$F_{вир.} = 611 + 72 = 683,0 \text{ м}^2;$$

- сушильне відділення цеху (у відділені розташоване обладнання: карусельна сушарка СКУ-15 – 1 шт. (діаметр 7,2 м); паростковідбійна машина МР-2 – 1 шт. (3,05×1 м); пакувальна машина УДП – 1 шт. (0,9×0,75 м); кількість працівників – 4 осіб; $p_{обл.} = 1 \text{ м}$; $k_s = 12 \text{ м}^2$):

$$F_{обл.} = 1 \cdot (\pi(7,2 + 1)^2/4) + 1 \cdot (2 \cdot 1 + 3,05) \cdot (2 \cdot 1 + 1) + \\ + 1 \cdot (2 \cdot 1 + 0,9) \cdot (2 \cdot 1 + 0,75) = 75,9 \text{ м}^2;$$

$$F_{р.м.} = 4 \cdot 12 = 48,0 \text{ м}^2;$$

$$F_{вир.} = 75,9 + 48 = 123,9 \text{ м}^2.$$

Площа побутових приміщень у цеху розраховується за формулою:

$$F_{п.п.} = n_{пр.зм.} \cdot k_{п.п.} = 24 \cdot 3 = 72 \text{ м}^2, \quad (3.4)$$

де $F_{п.п.}$ – площа побутових приміщень у цеху, м^2 ;

$n_{пр.зм.}$ – кількість працівників, які обслуговують технологічне обладнання протягом зміни у цеху, осіб;

$k_{п.п.}$ – нормативний коефіцієнт, який визначає площу побутового приміщення цеху, що припадає на одного працівника, м^2 .

Площі виробничих відділень та побутових приміщень цеху приймаються не меншими, ніж розраховані, крім того, враховуються розміри проходів та проїздів.

Отже, площі виробничих відділень та побутових приміщень цеху приймаємо:

- лабораторія: $F = 65,0 \text{ м}^2$;
- зерночисне відділення: $F = 414,1 \text{ м}^2$;
- замочувальне відділення: $F = 414,1 \text{ м}^2$;
- солодоростильне відділення: $F = 703,3 \text{ м}^2$;
- сушильне відділення: $F = 146,4 \text{ м}^2$;
- електрощитова: $F = 14,8 \text{ м}^2$;
- побутові приміщення загальною площею: $F = 80,8 \text{ м}^2$;
- душові: $F = 14,6 \text{ м}^2$;
- туалети загальною площею: $F = 13,4 \text{ м}^2$.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

3.2 Розроблення компоувального плану цеху

План цеху виробництва солоду ячмінного побудовано у масштабі 1:100 на листі формату А1 згідно чинних нормативів та вимог, що висуваються щодо проектування підприємств харчової галузі промисловості [22, 23]. Цех побудовано у вигляді літери “Г” із розмірами 48000×24000 мм та 42000×24000 мм. Цех виробництва солоду ячмінного є будівлею колонного типу. Колони, січенням 500×500 мм, розташовані на відстані 6000 мм одна від одної. Стіни цегляної кладки. На плані цеху вказані розміри проходів та лінії розрізів таким чином, щоб у них потрапляли прорізи вікон, дверей та воріт. Товщина зовнішніх стін – 400 мм, перегородок – 250 мм. Висота приміщень цеху становить 7,8 м. Відстань від підлоги до низу віконного отвору становить 1,5 м та 6 м, висота вікон становить 1,5 м та 3 м.

У цілому компоновка плану цеху враховує вимоги зі створення умов, що необхідні для нормального функціонування підприємства. Розташування цеху відносно інших будівель виконано із дотриманням протипожежних розривів між будівлями. Відведення відпрацьованої води після очищення здійснюється в каналізацію. Розташування інженерних комунікацій на території підприємства виконано у відповідності до чинних нормативних актів. Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на території підприємства передбачається благоустрій та озеленення. Вільні від забудови та дорожнього покриття ділянки території озеленюються шляхом висаджування дерев, кущів та багаторічних трав. Для забезпечення чистоти повітряного басейну планується висаджування листових порід дерев. Мережа автодоріг до території підприємства прийнята із урахуванням зовнішніх вантажопотоків та з урахуванням забезпечення підприємства сировиною та вивезення готової продукції. Ширина проїжджої частини дороги – 6 м, площадки із урахуванням можливості розвертання автотранспорту – 12 м. На території підприємства передбачено асфальтовані тротуари шириною 2,0 м.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основою фундаменту цеху виробництва солоду ячмінного є дрібний пісок. Фундамент цеху сприймає навантаження від конструкції будівлі та технологічного обладнання, що на ньому розташоване, тому розміри фундаменту та глибина закладання визначаються із умов діючих навантажень. Фундамент під зовнішні та внутрішні стіни виконано із фундаментних залізобетонних плит М200 та бетонних блоків М100. Оскільки колони цеху сприймають навантаження лише від покрівлі, тому фундаменти під колони приймаються “стаканного” типу розміром 1,3×1,3 м та висотою 0,7 м.

Підлога цеху виробництва солоду ячмінного приймається залежно від призначення приміщення: побутові приміщення та лабораторія – керамічна плитка; виробничі приміщення – підлога бетонна. На плити накриття вкладається пароізоляція із чотирьох шарів руберойду на бітумній мастиці. Крім того, покриття підлоги має відповідати таким вимогам: підвищена міцність проти механічних ушкоджень; безшумність під час переміщення персоналу та транспорту; хімічно стійка; низька електропровідність.

Покрівля цеху виробництва солоду ячмінного складається із таких шарів: залізобетонна плита; шар гравію; бітумна мастика; шар руберойду; бітумна ґрунтовка; цементна стяжка; пінополістирол; бітумний шар. Нахил поверхні покрівлі цеху – 2 градуси.

Стіни цеху із зовнішньої сторони обкладаються керамічною плиткою, цоколь цеху – штукатуриться. Усі стіни цеху із внутрішньої сторони перетираються цементно-вапняним розчином, а в санвузлах – цементним. Стіни у виробничих приміщеннях фарбуються олійними фарбами. У коридорах виконується панель олійною фарбою на висоту 1,8 м. У окремих зонах виробничих приміщень, лабораторії, санвузлах та душовій на висоту 1,8 м здійснюється укладання на стіни глазурованої плитки, вище – вапнякове фарбування. Вікна, двері та ворота цеху фарбуються подвійним шаром олійної фарби. Висота проїздів у цеху для автотранспорту – не менше 3,6 м, а для авто- та електрокарів – не менше 2,4 м. Ширина протипожежних проїздів у цеху – 4 м, коридорів – не менше 1,5 м.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розроблення плану відділень цеху та розташування обладнання

Основним принципом під час розроблення плану розташування обладнання у відділеннях цеху виробництва солоду ячмінного є забезпечення прямопотокового руху сировини та напівфабрикатів у процесі їх обробки у відповідності із технологічною схемою виробництва, а також встановлення раціональних відстаней між технологічним обладнанням та між обладнанням і стінами або колонами цеху.

Технологічне обладнання встановлене у зерноочисному, замочувальному, солодоростильному та сушильному відділеннях цеху та розташоване за ходом технологічного процесу, тобто в порядку виконання технологічних операцій.

Під час компоновання розташування технологічного обладнання було забезпечено найкоротший шлях руху сировини та напівфабрикатів від початкової до кінцевої технологічної операції виробництва солоду. Технологічне обладнання у відділеннях цеху розташоване таким чином, щоб залишалися необхідні за довжиною та шириною проходи для його обслуговування, причому ширина основних проходів – 2,5...3 м. Відстань між конструктивними частинами технологічного обладнання, які виступають становить не менше 0,5 м. Зерно подається у зерноочисне відділення із силосів за допомогою стрічкового транспортера. Оскільки напівфабрикати та готову продукцію завантажують і розвантажують автотранспортом або електрокарами, то для розвороту транспорту у відділеннях цеху та на складах сировини і готової продукції передбачені проїзди шириною 2 м.

Взаємне розташування технологічного обладнання спроектоване відповідно до напрямку технологічного потоку. У зерноочисному відділенні технологічне обладнання розташоване в дві паралельні лінії з однаковою продуктивністю.

На плані цеху виробництва солоду ячмінного, що побудований у масштабі 1:100 на листі формату А1, також показано розташування технологічного обладнання. Технологічне обладнання розташовано згідно чинних вимог, показано напрямок руху сировини, напівфабрикатів та готової продукції від початку

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(спрямування зерна ячменю на первинне очищення) до кінцевої технологічної операції (пакування солоду ячмінного у мішки).

3.4 Висновки до розділу 3

1. Розраховані площі приміщень виробничого призначення та побутових приміщень цеху виробництва солоду ячмінного із урахуванням габаритів технологічного обладнання, площ обслуговування машин та апаратів, розмірів проходів та проїздів, а також кількості працівників, які обслуговують обладнання протягом зміни.

2. Розроблено компоувальний план цеху виробництва солоду ячмінного, що відповідає чинним нормативам та вимогам, які висуваються щодо проектування підприємств харчової галузі промисловості. Компоновка цеху враховує вимоги зі створення умов, що необхідні для нормального функціонування підприємства, зокрема ураховано вимоги щодо розташування цеху відносно інших будівель, розташування інженерних комунікацій, санітарно-гігієнічні умов на території підприємства, благоустрою та озеленення території підприємства. Визначені вимоги щодо фундаменту будівлі цеху, підлоги, стін та покрівлі.

3. Розроблено план виробничих відділень цеху та розташування обладнання у них, причому технологічне обладнання розташоване за ходом технологічного процесу, тобто в порядку виконання технологічних операцій. Крім того, під час компоування розташування технологічного обладнання було забезпечено найкоротший шлях руху сировини та напівфабрикатів від початкової до кінцевої технологічної операції виробництва солоду.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

4.1 Технохімічний та мікробіологічний контроль

Технохімічний контроль є основним заходом спостереження за правильністю ведення технологічного процесу на виробництві [24]. Правильно організований контроль виробництва забезпечує випуск продукції, що відповідає діючим у галузі вимогам. Перевірку якості продукції та дотримання точності технологічних режимів здійснює лабораторія підприємства. Технохімічний контроль виробництва охоплює всі стадії технологічного процесу. Контролю піддають сировину (вхідний контроль), напівпродукти, готову продукцію, підсобні матеріали, вторинні матеріальні ресурси (відходи). Основним завданням технохімічного контролю є систематичний і об'єктивний контроль технологічних процесів, перевірка дотримання діючих технологічних інструкцій на випуск продукції, аналіз втрат, визначення витрат сировини і допоміжних матеріалів, облік виробництва, спостереження за санітарним станом виробничих приміщень, обладнання і трубопроводів, складання документації і звітів. Реєстрацію всіх якісних показників сировини та готової продукції і допоміжних матеріалів, які визначаються в лабораторії, ведуть у спеціальних журналах.

Технологія виробництва солоду ячмінного передбачає проведення складних біохімічних перетворень речовин зерна на стадіях пророщування та сушіння солоду з утворенням ароматичних речовин. Схема контролю виробництва солоду є складовою частиною спеціальної інструкції, в ній наведено перелік аналізів, необхідних для оцінки якості сировини, готового продукту та регулювання технологічних процесів, із зазначенням місця відбору проб, показників, які визначаються, і періодичності аналізів. У виробництві приділяється виняткова увага контролю якості ячменю і його зберігання, оскільки від властивостей ячменю залежать властивості солоду.

Головним критерієм цінності пивоварного ячменю є його екстрактивність. Придатність ячменю, що надходить на переробку, визначається за зовнішніми

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ознаками: станом і запахом. Зерно має бути здоровим, мати приємний запах свіжої соломи. Ячмінь, що зібраний в дощову погоду, погано зберігається і стає пліснявим і затхлим, тому не придатний для пивоваріння. Оболонка зерна повинна бути тонкою, світло-жовтого або жовтого кольору. Для ячменю 2-го класу допускається сірувато-жовтий колір оболонок. На тривалість зберігання зерна вирішальний вплив має його вологість. Держстандарт встановлює вологість для ячменю I-го класу не вище 15%, а для ячменю II-го класу – не вище 15,5%. Зберігання зерна залежить також від наявності в партії шкідників. Тому Держстандарт забороняє приймати зерно, уражене довгоносоком. Зерно, заражене кліщем, підприємство може приймати, але зберігатися воно повинно окремо від інших партій і перероблятися у першу чергу.

Ячмінь, призначений для виробництва солоду, повинен мати хорошу енергію проростання. Не менше 95% ячменю I-го класу має проростати на 5-й та не менше 90% ячменю II-го класу. Товарна цінність партії зерна залежить від кількості домішок і дрібного зерна. Допускається вміст смітної домішки залежно від класу не більше 1...2%, зернової домішки – не більше 3...5%, а дрібного зерна (прохід через решето з отворами розміром 2,2×20 мм) – не більше 5...7%. Технологічна цінність ячменю характеризується його розміром, тобто залишком зерна на решеті з отворами розміром 2,5×20 мм. Велике, добре розвинене зерно завжди багатше крохмалем, ніж дрібне, недорозвинене зерно. Тому екстрактивність великого ячменю, як правило, вища екстрактивності дрібного ячменю.

Із хімічних показників ячменю, що визначають його технологічну цінність, найважливішими є вміст крохмалю і білків. Величина екстрактивності ячменю в основному визначається вмістом крохмалю. Вміст крохмалю повинен становити 60...70%, а білків – 9...12% від маси сухих речовин ячменю; за цих значень екстрактивність ячменю буде 73...82%. Підприємство заготовляє ячмінь восени і зберігає його протягом року, постійно здійснюючи лабораторний контроль. При надходженні зерна на підприємство найважливішим питанням є розміщення його у сховищах (силосах). Від правильності вирішення цього питання залежать не тільки збереження зерна за кількістю і якістю, а й якість солоду. Як правило, зерно

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

повинно зберігатися окремо за сортами, за роками урожаю і за засміченістю. Іншим важливим показником, яким необхідно керуватися при розміщенні зерна в сховищах, є вологість зерна. Зерно, однорідне за якістю, одного і того ж сорту і року урожаю, але різної вологості має зберігатися окремо, оскільки змішування сухого або середньої сухості зерна із вологим або сирим може викликати самозігрівання всієї маси зерна. Зерно, заражене шкідниками, необхідно зберігати в ізольованому, зручному для очищення і знезараження складі. У процесі зберігання лабораторія систематично стежить за станом зерна, контролює його якість при переміщеннях з одного місця зберігання в друге, а також контролює роботу зерноочисних і сортувальних машин. Основними факторами, що визначають інтенсивність життєвих процесів у зерновій масі, а отже, і величину втрат сухих речовин, і збереження якості зерна, є вологість і температура. Сухе зерно знаходиться в стані, близькому до анабіозу, і його температура залежить від температури навколишнього повітря. Із підвищенням вологості інтенсивність дихання зростає, тепло, що виділяється при цьому, акумулюється в зерновій масі і підвищує його температуру, що, в свою чергу, посилює дихання. Так починається ланцюгова реакція самозігрівання, яка зумовлює псування зерна. Таким чином, при зберіганні зерна температура є показником його якісного стану. Особливо ретельно контролюють шари зерна, розташовані на відстані 30...50 см від днища силосу і 30...75 см від поверхні зерна, де найчастіше розвивається самозігрівання (верхове і низове). У силосних елеваторах температура зерна контролюється електрометричним способом, при цьому автоматично контролюється і реєструється температура зерна у всіх точках один раз на добу. Контроль за зберіганням зерна не обмежується тільки спостереженням за його температурою. Періодично, не рідше одного разу на місяць, перевіряють зараженість та енергію проростання кожної партії зерна.

Від ступеня чистоти ячменю та однорідності за розмірами залежать як вихід солоду, так і його якість. Тому робота зерноочисних і сортувальних машин постійно контролюється. Під час очищення ячменю найбільш складно відокремити недозрілі (щуплі) зерна та інші легкі домішки, що мають однакові з

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повноцінним зерном розміри. Вони не відокремлюються на решетах і можуть бути відокремлені тільки потоком повітря, що створює вентилятор сепаратора. При неправильному регулюванні кількості повітря, що подається, разом із цими домішками можуть захоплюватися і повноцінні зерна. Іншою причиною втрат зерна є нещільне встановлення решіт у рамки. До якості роботи повітряно-решітчастих сепараторів висуваються такі вимоги: очищений ячмінь не повинен містити великого сміття, а у великому смітті не повинно бути зерна; у дрібному смітті і в легкій фракції вміст нормального зерна допускається не більше 2% по масі відходів. Відділення ячменю від половинок зерен і круглого насіння бур'янів, головним чином куколю, проводиться на трієрі. Вважається, що сепаратор і трієр повинні відокремлювати із ячменю 99% і більше всіх домішок (смітних і зернових). При цьому очищене зерно не повинно містити куколю більше 0,1%, а вміст нормального зерна у відходах після трієра допускається не більше 5% за їх масою. Відходи, що містять більше 5% повноцінного зерна, спрямовуються на контрольний трієр. Для визначення вмісту цілих зерен у відходах після очищення беруть наважки відходів по 25 г і на склі вручну відокремлюють цілі повноцінні зерна. Відібрані зерна зважують і обчислюють їх вміст (у % до маси відходів). Поділ очищеного ячменю за сортами проводиться залежно від його крупності. Великий ячмінь сортується на чотири сорти на решетах із шириною отворів 2,2; 2,5; 2,8 мм. Через решето 2,2 мм проходить IV сорт, який є відходом виробництва. При сортуванні дрібного ячменю із більш витягнутими зернами у відходи потрапляє ячмінь, що придатний для виробництва солоду, тому такий ячмінь сортують на три сорти: I сорт – зерна завтовшки більше 2,5 мм, II сорт – понад 2,2 мм і III сорт – менше 2,2 мм.

На виробництві солоду використовується ячмінь I і II сорту, а III сорт є відходом. Ступінь поділу вважається задовільною, коли I сорт містить не більше 4% зерен II сорту, II сорт – не більше 4% зерен III сорту і відсутні зерна I сорту, а в III сорт немає зерен ячменю I і II сорту. Якість роботи сортувальної машини перевіряють щодня шляхом відбору проб від кожної фракції ячменю. Відбір проб

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

очищеного і розсортованого ячменю виробляють із струменя зерна при його переміщенні трубою або транспортером з одного бункера в другий.

Вегетаційна волога надається зерну в процесі його замочування. Кінцева вологість зерна після замочування називається ступенем замочування. Цей показник має надзвичайно важливе значення під час пророщування солоду і значно залежить від умов замочування ячменю. Доведено, що ступінь замочування ячменю має бути в межах 45...50%. Правильність перебігу процесів замочування та пророщування зерна залежить від температури, вологості і ступеня аерації зерна. Контроль пророщування ячменю в солодовні заснований на постійній підтримці цих параметрів на певному рівні.

Остаточне формування особливостей типових видів солоду відбувається під час його сушіння. При обробці сухого солоду на паростковідбійній машині можливі втрати солоду через неправильну роботу машини. Тому контроль і регулювання сушіння сирого солоду, обробки і зберігання сухого солоду на виробництві мають важливе значення. При сушінні сирого солоду не тільки видаляється надмірна волога, а й проходить низка фізіологічних, біохімічних і хімічних процесів, в результаті яких солод набуває характерні смак і аромат. На інтенсивність цих процесів і особливо на активність ферментних систем значний вплив мають температура і вологість солоду. Із підвищенням температури до +60°C активність ферментів підвищується. Особливо чутливі ферменти до підвищення температури за високої вологості солоду, тому не можна перевищувати температуру +50°C, якщо вологість не знизилася до 10%. У зв'язку із цим, під час сушіння сирого солоду необхідно уважно контролювати температуру і вміст вологи в ньому. Температура сушіння в шарі солоду встановлюється у таких межах: для світлого солоду +75...78°C, для темного +100...107°C. Вміст вологи у сухому світлому солоді має бути не більше 4,5%, а в темному – не більше 2,5%. Температура під час сушіння контролюється за допомогою термометрів, що записують криву зміни температури. Визначення вмісту вологи солоду проводиться одним з методів визначення вологості. Якщо

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вміст вологи в солоді високий, то застосовують метод із попереднім підсушуванням.

Щоб визначити вологість солоду в будь-який момент сушіння, необхідно знати масу 1000 зерен сирого солоду в момент надходження його в сушарку і перерахувати на суху речовину, визначивши попередньо вологість солоду одним із методів. Після вивантаження солоду з сушарки, необхідно негайно відокремити паростки, тому що внаслідок великої гігроскопічності, при зберіганні вони втрачають крихкість і важко відокремлюються. Відокремлення паростків без порушення цілості зерна проводиться на паростковідбійних машинах. Для визначення наявності невідокремлених паростків зважують на технічних вагах 25 г солоду, шпателем відбирають зерна з паростками і підраховують їх.

Солод без паростків перед транспортуванням на зберігання залишають на повітрі для охолодження до температури навколишнього середовища. При зберіганні солоду стежать за його температурою і за зміною вмісту вологи. За період зберігання (3..4 тижні) вологість солоду збільшується на 1...1,5% і досягає 6%. Подальше підвищення вологості помітно активізує біохімічні процеси, які можуть призвести до небажаних явищ. Тому надається перевага силосному зберіганню солоду.

Технохімічний контроль виробництва передбачає: органолептичний, фізичний і хімічні методи визначення якості сировини і продукції, а також контроль умов її виробництва. Органолептичний метод дозволяє визначити такі показники, як зовнішній вигляд, колір, смак, запах сировини та готової продукції. Фізичний метод використовується для контролю режимів технологічних процесів: температури, відносної вологості тощо. Хімічним методом визначають такі показники, як вміст вологи, білків у сировині чи продукті. Схема технохімічного контролю виробництва солоду ячмінного представлена в таблиці 4.1.

Мікробіологічний контроль на підприємстві полягає в оцінці санітарного стану підприємства на підставі визначення кількості мікроорганізмів – шкідників виробництва в сировині, напівфабрикатах, готовій продукції і змивних водах з обладнання.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Схема технохімічного контролю виробництва солоду ячмінного

Місце контролю	Параметри, що контролюються	Вид контролю	Періодичність контролю	Документація
1	2	3	4	5
Приймання зерна ячменю	кількість, засміченість, вологість, стан зерна (якість)	фізичний, хімічний, органолептичний	кожна партія	ДСТУ 3769-98, ДСТУ 4282:2004
Первинне очищення зерна ячменю	вміст смітних та зернових домішок, технічний та санітарний стан обладнання	фізичний, хімічний, органолептичний	кожна партія	ДСТУ 3769-98, ДСТУ 4282:2004
Сушіння зерна ячменю	вологість та температура зерна і сушильного агента, тривалість, технічний та санітарний стан обладнання	фізичний, хімічний, органолептичний	кожна партія	ДСТУ 3769-98, ДСТУ 4282:2004
Вторинне очищення зерна ячменю	вміст смітних та зернових домішок, технічний та санітарний стан обладнання	фізичний, хімічний, органолептичний	кожна партія	ДСТУ 3769-98, ДСТУ 4282:2004
Зберігання зерна ячменю	вологість та температура зерна, наявність шкідників, енергія проростання, санітарний стан обладнання	фізичний, хімічний, органолептичний	щодня	ДСТУ 3769-98, ДСТУ 4282:2004
Замочування зерна ячменю	вологість та температура зерна, температура води, тривалість, санітарний стан обладнання	фізичний, хімічний, органолептичний	кожна партія	ДСТУ 4282:2004, ДСТУ 7525:2014
Пророщування зерна ячменю	вологість та температура зерна і повітря, тривалість, санітарний стан обладнання	фізичний, хімічний, органолептичний	кожна партія	ДСТУ 4282:2004, ДСТУ 7525:2014

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Сушіння солоду	вологість та температура солоду і сушильного агента, тривалість, технічний та санітарний стан обладнання	фізичний, хімічний	кожна партія	ДСТУ 4282:2004
Відокремлення паростків від солоду	вологість та температура зерна, режим роботи обладнання, вміст паростків у солоді санітарний стан обладнання	фізичний, хімічний органолептичний	кожна партія	ДСТУ 4282:2004
Зберігання солоду	вологість та температура солоду, наявність шкідників, санітарний стан обладнання	фізичний, хімічний органолептичний	щодня	ДСТУ 4282:2004
Пакування та маркування солоду	кількість, зовнішній вигляд, колір, запах, смак солоду, стан мішків	фізичний, органолептичний	кожна партія	ДСТУ 4282:2004, ДСТУ 3748-98, ДСТУ 4518:2008

За результатами мікробіологічних аналізів роблять висновок щодо санітарно-гігієнічного благополуччя підприємства, дотримання технологічних режимів виробництва, причини і джерела мікробного псування продукту.

При організації мікробіологічного контролю необхідно керуватися технологічними інструкціями з виробництва солоду і Санітарними правилами для підприємств пивоварної та безалкогольної промисловості. Роботи із мікробіологічного контролю виконує мікробіолог підприємства. Результати аналізів реєструють у робочих журналах.

Мікробіологічні роботи проводять в спеціальному ізольованому приміщенні – боксі площею 3...5 м². Устаткування боксу складається з столу, з поверхнею, яка

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

легко миється, стільця, спиртівки (або газового пальника) і бактерицидної лампи, закріпленої в спеціальному штативі або змонтованої на стелі або стіні боксу.

Приміщення боксу періодично миють і дезінфікують. Перед роботою бокс опромінюють за допомогою бактерицидної лампи протягом 30...60 хв. Забороняється перебувати в боксі, коли включена бактерицидна лампа. Після її виключення працювати в боксі можна лише через 15...20 хв. Вимикач бактерицидної лампи повинен перебувати за межами боксу. Безпосередньо перед початком робіт поверхню столу і руки мікробіолог протирає спиртом.

У виробництві солоду мікробіологічному контролю підлягають: ячмінь, солод, вода, технологічне обладнання та комунікації. Окрім визначення якісних показників зерна під час його приймання здійснюють зовнішній огляд з метою оцінки санітарного стану на час надходження. Використання сировини, що уражена гниллю та пліснявою не допускається. Під час виробництва солоду використовують воду, що відповідає вимогам ДСТУ 7525:2014 [15].

Схема мікробіологічного контролю виробництва солоду ячмінного представлена у таблиці 4.2 (де КМАФАНМ – кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів; КУО – колонієутворювальна одиниця, тобто, число живих мікроорганізмів, що визначається за пророслими одиничними колоніям на щільних поживних середовищах, які містять досліджувану пробу; БГКП – бактерії групи кишкової палички).

Таблиця 4.2 – Схема мікробіологічного контролю виробництва солоду ячмінного

Об'єкт контролю	КМАФАНМ, КУО, не більше	БГКП	Плісняві гриби, КУО, не більше	Періодичність контролю
1	2	3	4	5
Обладнання та інвентар, трубопроводи	300 на 1 см ² поверхні	відсутність на 100 см ² поверхні, в 1 см ³ води для промивання	–	один раз у місяць

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
Руки працівників, які зайняті на ручних операціях	–	відсутність в усій рідині для змивання	–	два рази у місяць перед початком роботи
Вода для технологічних операцій	100 в 1 см ³	не більше 3 в 1 дм ³	–	один раз у місяць
Повітря	200 на чашці після 20 хв. експозиції	–	20 на чашці після 20 хв. експозиції	один раз у місяць
Стіни у виробничому приміщенні	–	–	відсутність на 100 см ² поверхні	один раз у місяць

4.2 Висновки до розділу 4

1. Складені схеми технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва солоду ячмінного.

2. Визначені заходи спостереження за правильністю ведення технологічного процесу на виробництві солоду ячмінного.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

5 ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Екологізація виробництва солоду

Виробництво солоду ячмінного не відноситься до розряду шкідливих і не робить істотного негативного впливу на навколишнє середовище. Проте виробники солоду розглядають питання управління екологічними аспектами діяльності і впливами на навколишнє середовище в постійному режимі. Великі компанії мають програмні документи (політику), в яких відображаються загальні принципи екологічного менеджменту та основні зобов'язання у сфері екології. Компанії-виробники солоду приймають спеціальні програми, спрямовані на зменшення несприятливих впливів на навколишнє середовище і скорочення відходів, зокрема, такі програм розроблені для управління кожним з основних видів впливів на навколишнє середовище (викиди у повітря, скиди у водні джерела, тверді відходи). Кожне підприємство має паспорт безпеки, в якому представлені дані за підсумками екологічних перевірок води, повітря, ґрунтів, радіаційного фону, а також відходів виробництва. Це відкриті документи, доступні для ознайомлення усім зацікавленим особам. Підприємства регулярно проводять екологічні експертизи виробництва.

Незалежно від розміру компанії-виробника, значні кошти спрямовуються на реконструкцію або будівництво нових очисних споруд європейського рівня. У результаті вода, що пройшла повний цикл очищення, відповідає вимогам якості рибогосподарських водойм. Після введення цих потужностей з очищення стічних вод в експлуатацію, знижується навантаження на міські очисні споруди, які не розраховані на переробку виробничих стоків.

Одним із пріоритетних завдань збалансованого розвитку України є запровадження нових принципів та ефективних заходів, спрямованих на інтеграцію екологічної складової в усі галузі економіки. Йдеться про необхідність зменшення обсягів природних ресурсів, які витрачають на виготовлення кожної одиниці продукції, зниження кількості забруднюючих речовин, відходів,

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворення яких пов'язане із виробництвом одиниці продукції кожного із секторів (галузей) господарства та економіки загалом. Необхідність екологізації виробництва визначається законами України “Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року”, “Про охорону навколишнього природного середовища”, іншими екологічними законами та нормативно-правовими актами держави [25].

Екологізація – це процес послідовного впровадження нової техніки і технології, нових форм організації виробництва, виконання управлінських та інших рішень, які дають змогу підвищити ефективність використання природних ресурсів з одночасним збереженням природного середовища та його поліпшення на різних рівнях. Провідну роль у механізмі екологізації відіграє державна політика, яка визначає умови раціонального використання природних ресурсів, поліпшення якості навколишнього середовища, створює інституціональне забезпечення екологізації суспільного виробництва.

Реальний стан природного середовища свідчить про невідкладну необхідність розробки нових підходів до створення дійового механізму регулювання процесу екологізації виробництва. Для виконання цієї функції названий механізм повинен паралельно і у взаємозв'язку вирішувати завдання:

1) соціального і економічного захисту, тобто захисту суспільства і природних об'єктів від несприятливих екологічних наслідків економічної активності;

2) використання усього спектру ринкових стимулів для підсилення економічної активності природокористувачів з метою здійснення ними ефективної природоохоронної діяльності.

Що стосується екологізації пивної галузі, зокрема, виробництва солоду, то компанії-виробники повинні усвідомлювати свою відповідальність за стан навколишнього природного середовища, включати екологічні програми в політику підприємства. При формуванні екологічної політики компанії (підприємства) необхідно проводити аналіз її діяльності і розробку заходів за такими пунктами:

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вплив компанії на навколишнє середовище постійно контролюється, документується та аналізується. Можливі вдосконалення реалізуються з використанням найбільш досконалих технологій, беручи до уваги екологічні аспекти.

2. Використання найсучаснішого обладнання дозволяє мінімізувати шкідливі викиди в навколишнє природне середовище.

3. Впливи на навколишнє середовище, які спричинені впровадженням нових видів діяльності, продуктів та процесів, завжди оцінюються наперед та зводяться до мінімуму.

4. Планування використання тари та упаковки ґрунтується на принципі зменшення утворення відходів, впровадження пакувальних матеріалів, які піддаються переробці.

5. Ефективна корпоративна охорона навколишнього середовища може здійснюватися лише за умови активної участі всіх працівників підприємства. Виховання екологічної свідомості шляхом забезпечення довідкової інформації, інструкціями та навчальними матеріалами.

6. Підбір технологічного обладнання та складання апаратурно-технологічних схем із урахуванням сучасних екологічних вимог.

5.2 Організація охорони праці на виробництві

Охорона праці – це система законодавчих актів і норм, спрямованих на забезпечення безпеки праці, і відповідні їм соціально-економічні, організаційні, технічні і санітарно-гігієнічні заходи. Правила і норми з охорони праці спрямовані на захист організму людини від фізичних травм та небезпечних факторів, зокрема шкідливої дії технічних засобів, що використовуються у процесі праці [26, 27].

Під час виробництва солоду ячмінного потрібно керуватися вимогами Правил безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(Державний нормативний акт про охорону праці №1.8.10-1.13-97, затверджений наказом Держкомітету України по нагляду за охороною праці від 22.04.97 р. №98).

Мікроклімат виробничих приміщень повинен відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Приміщення повинні бути обладнані вентиляцією згідно із СНіП 2.04.05-91 Опалення, вентиляція та кондиціонування.

Освітлення виробничих приміщень має відповідати вимогам ДБН В.25-28-2006 залежно від призначення приміщення: виробничі відділення цеху – 200 лк; лабораторія – 400 лк; побутові приміщення – 75 лк.

Еквівалентний рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати норми згідно із ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку і інфразвуку та ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої та локальної вібрації. Для робочих місць встановлено допустимий рівень шуму 80 дБА.

Контролювати стан довкілля, який охоплює охорону атмосферного повітря, очищення стічних вод, охорону поверхневих вод треба відповідно до вимог ДСП-201-97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами) та Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами (затверджені Міністерством екологічної безпеки України, 1999 р.).

Під час експлуатації технологічного обладнання цеху з виробництва солоду ячмінного необхідно стежити за справним станом огорожень приводів та рухомих елементів обладнання. Не допускається ремонт машин і механізмів до їх повної зупинки і без відключення електроприводу. Зважаючи на підвищену вологість у цеху необхідно стежити за справністю електроустаткування.

Хімічні речовини, які використовуються для дезінфекції зерна та обладнання, можуть викликати отруєння, тому вони мають зберігатися в закритих приміщеннях. Для дезінфекції насосів, чанів і продуктових трубопроводів також застосовується пара, тому необхідно забезпечити справність паропроводів і теплоізоляцію їх поверхні. Мають бути справними і щільними кришки чанів,

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

люків тощо. Цех має бути обладнаний витяжною вентиляцією для підтримки нормальної температури і необхідної вологості у виробничому приміщенні.

Майданчики та сходи технологічного обладнання виконують із рифленої листової сталі і обладнують перилами. На робочих місцях мають бути інструкції із експлуатації обладнання та безпечних методів праці.

Прибирання пилу, паростків та залишків іншої сировини, відходів і напівфабрикатів у цеху проводиться відповідно до графіку і інструкції, що розроблені для кожної ділянки технологічної лінії.

Вхід людей у робочі камери барабанної солодовні та карусельної сушарки допускається тільки після знеструмлення електроприводу. На пусковому пристрої має бути вивішений плакат “Не включати! Працюють люди!”.

Приміщення, де відбувається первинне та вторинне очищення зерна, необхідно оснащувати вентиляцією і пиловловлювачами; усі зерноочисні машини повинні знаходитися у справному стані і не пропускати зернового пилу в приміщення.

Усі чани, барабан солодовні, робоча камера барабанної сушарки після кожного циклу робіт очищаються, миються та дезінфікуються.

Відстань від кінця лотка або труби, що подають ячмінь в чани, до поверхні води має бути мінімальною для зменшення запиленості приміщення.

5.3 Висновки до розділу 5

1. Розглянуте питання екологізації виробництва солоду ячмінного, визначені можливі джерела забруднення навколишнього середовища внаслідок діяльності підприємства та запропоновані заходи щодо усунення їх негативного впливу на навколишнє середовище.

2. Розглянуте питання організації охорони праці на виробництві, визначені небезпечні виробничі фактори та запропоновані заходи щодо безпечної організації робочого місця.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу виробництва солоду із різної сировини та різних типів в Україні та світі, подана характеристика основної сировини для виробництва солоду – зерна ячменю, представлені значення якісних та фізико-хімічних показників зерна у відповідності до нормативних документів і державних стандартів. Також представлені вимоги до органолептичних і фізико-хімічних показників якості солоду. Розраховано необхідну добову продуктивність цеху із виробництва солоду ячмінного (23,6 т/добу), що проектується, для задоволення потреб виробників пива регіону, а також із урахуванням прогнозованої кількості такої ж продукції, що буде вивезена в інші регіони протягом року та завезена у даний регіон.

2. Здійснено опис технології виробництва солоду ячмінного та складено технологічну схему виробництва, що забезпечує комплексне і раціональне використання сировини та випуск продукції високої якості. Розрахована витрата зерна ячменю на виробництво солоду та вихід напівфабрикатів, відходів і готової продукції, також розраховано зміну кількості зерна під час його первинного та вторинного очищення, сушіння і зберігання. Крім того, розрахована витрата повітря для вентилявання зерна ячменю під час пророщування в барабанній солодовні. Складена машинно-апаратурна схема виробництва солоду ячмінного та підібране технологічне обладнання.

3. Розраховані площі приміщень виробничого призначення та побутових приміщень цеху виробництва солоду ячмінного із урахуванням габаритів технологічного обладнання, площ обслуговування машин та апаратів, розмірів проходів та проїздів, а також кількості працівників, які обслуговують обладнання протягом зміни. Розроблено компоувальний план цеху виробництва солоду ячмінного, зокрема розроблено план виробничих відділень цеху та розташування обладнання в них.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Складені схеми технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва солоду ячмінного та визначені заходи спостереження за правильністю ведення технологічного процесу на виробництві солоду ячмінного.

5. Розглянуті питання екологізації виробництва солоду ячмінного та організації охорони праці на виробництві, визначені небезпечні виробничі фактори та запропоновані заходи щодо безпечної організації робочого місця.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баланов П.Е. Технология солода: учеб.-метод. пособие / П.Е. Баланов, И.В. Смотряева. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 82 с.
2. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технічні умови.
3. Чепурний І.П. Слабоалкогольні напої: пиво / І.П. Чепурний // Маркетинг. – 2002. – 229 с.
4. Яровенко В.Л. Технология солода, пива и слабоалкогольных напитков / В.Л. Яровенко, В.А. Домарецкий, Р.А. Колчева. – М., 1992. – 450 с.
5. Лобачов В.Л. Оцінка якості солоду та хмелю, що використовується для виготовлення пива вітчизняного виробництва / В.Л. Лобачов, Л.В. Айдарова [Електронний ресурс]. – Режим доступу: file:///C:/Users/www/Downloads/Tti_2013_5_17.pdf
6. Чукмасова М.А. Технология пива и безалкогольных напитков / М.А. Чукмасова, В.В. Рудольф. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 350 с.
7. Балашов В.Е. Технологическое оборудование предприятий пивоваренного и безалкогольного производств / В.Е. Балашов, Б.Н. Федоренко. – М.: Колос, 1994. – 340 с.
8. Ермолаева Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: учеб. / Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИРПО; Изд. Центр “Академия”, 2004. – 220 с.
9. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит. – СПб.: Профессия, 2000. – 360 с.
10. Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. – СПб.: Профессия, 2005. – 180 с.
11. Нарцисс Л. Технология солодоращения / Л. Нарцисс. – СПб.: Профессия, 2007. – 280 с.
12. Федоренко Б.Н. Инженерия пивоваренного солода: учеб.-справ. пособие / Б.Н. Федоренко. – СПб.: Профессия, 2004. – 345 с.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. ВасиLINEЦ І.М. Хімія і технологія солода і пива / І.М. ВасиLINEЦ, А.М. Калашнікова. – Спб.: СпбГУНіПТ, 2003. – 273 с.
14. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови.
15. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
16. ДСТУ 3748-98. Мішки для цукру. Технічні умови.
17. ДСТУ 2887-94. Пакування та маркування. Терміни та визначення.
18. ДСТУ 4518:2008. Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила.
19. Дударев І.М. Технологічні розрахунки переробних та харчових виробництв: навчальний посібник / І.М. Дударев, С.Г. Панасюк. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2019. – 432 с.
20. Богомолів О.В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових виробництв / О.В. Богомолів, П.В. Гурський, В.П. Богомоліва. – Харків: Еспада, 2005. – 432 с.
21. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 К.: учебн. для вузов / С.Т. Антипов и др.; под ред. В.А. Панфилова. – М.: Высшая школа, 2001.
22. Петров В.И. Основы проектирования предприятий пищевой промышленности: учеб. пособие / В.И. Петров. – Кемерово: КемТИПП, 2003. – 120 с.
23. Дворецкий С.И. Основы проектирование пищевых производств: учеб. пособие / С.И. Дворецкий, Е.В. Хабарова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 92 с.
24. Рожнов Е.Д. Технохимический контроль на предприятиях отрасли: учебное пособие по дисциплинам “Технология отрасли”, “Методы исследования свойств сырья и готовой продукции”, “Технохимический контроль и учет на предприятиях отрасли” для студентов направления 19.03.01 “Продукты питания из растительного сырья” / Е.Д. Рожнов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2016. – 131 с.
25. Запольський А.К. Екологізація харчових виробництв: підручник / А.К. Запольський, А.І. Українець. – К.: Вища шк., 2005. – 423 с.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

26. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: підручник / М.І. Стеблюк. – К.: Знання-Прес, 2007. – 487 с.

27. Охрана труда: учебник для студентов вузов / Б.А. Князевский, П.А. Долин, Т.П. Марусова и др.; Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Высшая школа, 1982. – 311 с.

28. Кваліфікаційна робота бакалавра [Текст]: методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми “Харчові технології” спеціальності 181 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. С.Г. Панасюк, І.М. Дударев – Луцьк: Луцький НТУ, 2020. – 26 с.

					ХТ.ВЯС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		