

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Обґрунтування процесу інтенсифікації
пророщування зерна жита при різних
температурних режимах**

Виконала: здобувачка вищої освіти Зкурсу,
групи ХТСз-1-20 освітньо-професійної
програми «Харчові технології» зі
спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Богдана ЯКУБОВСЬКА

Керівник: _____ Олена КОВАЛЬОВА

Рецензент: _____

Дніпро 2023

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«30» травня 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Якубовській Богдані Миколаївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування процесу інтенсифікації пророщування зерна жита при різних температурних режимах».

Керівник роботи: Ковальова Олена Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «30» травня 2023 року № 1034.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 19 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва житнього солоду. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Матеріали і методи досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Характеристика сировини та методів досліджень. 4 Обговорення результатів досліджень. 5 Охорона праці та довкілля. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3, 5	Доцентка Олена КОВАЛЬОВА	30.05.23	19.06.23
4	Доцент Олексій ДЕРКАЧ	30.05.23	19.06.23

7. Дата видачі завдання 30 травня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	30.05-31.05.23	виконано
2	Аналітичний огляд	01.06-03.06.23	виконано
3	Матеріали і методи досліджень	04.06-05.06.23	виконано
4	Дослідна частина	06.06-09.06.23	виконано
5	Охорона праці та довкілля	10.06-11.06.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	12.06-13.06.23	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	14.06-15.06.23	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	16.06-18.06.23	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Богдана ЯКУБОВСЬКА
(підпис)

Керівник роботи _____ Олена КОВАЛЬОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 58 сторінок друкованого тексту, 8 рисунків та ілюстрацій, 29 таблиць та використано 29 літературних джерел посилань.

Мета цього дослідження полягає в поліпшенні технології виробництва ферментованого і неферментованого солоду з житнього зерна, а також у розробці нових технологічних режимів.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва солоду з зерна жита.

Предметом дослідження є взаємозв'язок між технологічними показниками процесу вирощування солоду та якісними характеристиками отриманого продукту.

Ця робота націлена на втілення розробленої концепції державної політики щодо здорового харчування населення до 2019 року. Основним акцентом цієї концепції є розробка нових видів харчових продуктів, які приготовані з використанням нетрадиційних сировинних матеріалів, що сприяють покращенню здоров'я населення.

До цього часу українські заводи, що займаються виробництвом солоду, використовували традиційну висококонвертовану сировину. Варто відзначити, що режими приготування солоду відрізняються тривалістю окремих технологічних етапів.

На сучасному етапі виробництва вивчення солодових властивостей нових сортів житнього зерна та визначення оптимальних технологічних режимів для їх приготування солоду, з урахуванням особливостей сортів і біохімічних показників, є актуальною проблемою.

Ключові слова: ДОСЛІДЖЕННЯ, СОЛОД, ФЕРМЕНТОВАНИЙ, НЕФЕРМЕНТОВАНИЙ, СОЛОДОРОЩЕННЯ, СУШКА, ФЕРМЕНТАЦІЯ, ВИРОБНИЦТВО.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Характеристика складу зерна жита	9
1.2 Виготовлення і застосування солоду	16
1.2.1 Технологія виробництва ферментованого і неферментованого солоду	16
Мета та завдання досліджень	27
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1 Сировина і матеріали, що використовувалися в роботі	29
2.2 Методи визначення основних фізико-хімічних показників сировини і готового солоду	28
2.3 Дослідне устаткування для виробництва солоду	29
Висновки до розділу	30
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	32
3.1 Вибір сорту зерна т для виробництва солоду	32
3.2 Визначення ензиматичних характеристик зерна	33
3.3 Вибір оптимального режиму солодоращення жита	38
3.4 Отримання неферментованого солоду	42
Висновки до розділу	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	47
4.1 Розробка картки безпеки праці	47
4.2 Безпека праці у разі виникнення пожежі на виробництві	
Висновки до розділу	48

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	49
5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	49
5.2 Розрахунок вартості дослідження	52
Висновки до розділу	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	54
БІБЛІОГРАФІЯ	56

ВСТУП

Тема дипломної роботи полягає у розробці технології отримання солодів з житнього зерна та вивченні їх використання для виробництва як ферментованого, так і неферментованого солоду. Основні цілі цієї роботи - розширення сировинної бази, розширення асортименту продукції, зниження собівартості і поліпшення якості виготовленого солоду.

В кінці 90-х років ХХ століття в Україні споживчий ринок почав проявляти зацікавленість до традиційних національних напоїв. Водночас, виробники холодних слабоалкогольних та безалкогольних напоїв виявили бажання розширити свій асортимент. У цей самий час була розроблена концепція державної політики щодо здорового харчування населення на період до 2012 року, де особлива увага приділялась створенню нових видів харчових продуктів, які готувалися з нетрадиційних сировинних матеріалів і сприяли зміцненню здоров'я населення. Дана робота спрямована на втілення цієї концепції в життя.

До цього часу українські солодові заводи використовували традиційну висококонвертовану сировину для виробництва солоду. Варто відзначити, що режими приготування солоду різняться за тривалістю окремих технологічних етапів.

На сучасному етапі виробництва, актуальною проблемою є вивчення солодових властивостей нових сортів житнього зерна та встановлення раціональних режимів приготування солоду для цих сортів з урахуванням їх сортових особливостей і біохімічних показників.

Мета і завдання дослідження. Головною метою цього дослідження є вдосконалення технології виготовлення ферментованого і неферментованого солоду з використанням житнього зерна, а також розробка нових технологічних режимів для цих процесів.

Згідно з поставленою метою, було вирішено наступні завдання:

- встановлення солодових властивостей нових сортів жита та визначення найбільш придатних сортів для виробництва солоду.

- розробка оптимальних технологічних режимів для процесів солододорощення, ферментації та сушіння солоду з використанням житнього зерна.

- вивчення впливу режимів приготування солоду на якісний і кількісний склад вуглеводів солоду.

- проведення розрахунків кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва солоду з зерна жита.

Предмет дослідження – вивчення взаємозв'язку між технологічними показниками процесу солододорощення і якісними характеристиками кінцевого продукту.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Характеристика складу зерна жита

В зерні жита міститься вуглеводний комплекс, який складається з різних складових. Цей комплекс включає в себе вищі полісахариди, такі як крохмаль, декстрини, клітковина і геміцелюлози, а також полісахариди, які є дисахаридами і трисахаридами. Крім цього, у вуглеводному комплексі зерна жита також присутня невелика кількість простих цукрів, таких як глюкоза і фруктоза [30].

Крохмаль є одним з найважливіших вуглеводів у зерні і має велике значення в різних галузях харчової промисловості [3]. Структура зерна жита в цілому подібна до його вихідних форм. Крохмальні зерна переважно мають сферичну форму, але можуть також бути багатокутними. Одна з особливостей зернівки жита полягає в більш неправильній формі клітин алейронового шару. Ендосперм має типову структуру для злакових культур, іноді спостерігаються "порожнинні" області, де формування крохмального зерна не відбувається. Розвиток ендосперму та формування крохмального зерна у жита подібні до твердої пшениці і твердозерної червоної ярої пшениці. Вміст крохмалю у житі може варіюватися в залежності від сорту та інших факторів, але загалом мало відрізняється від зерна пшениці.

Однією з важливих технологічних властивостей крохмалю є його температура початкової і максимальної клейстеризації. Температура початку клейстеризації у жита є вищою (58 – 59,5 °C) у порівнянні з пшеницею (56,6 °C). Крохмаль жита характеризується низьким вмістом амілози і відносно більшим розміром дрібних гранул порівняно з крохмалем пшениці. Слід зазначити, що крохмаль жита менш схильний до механічних пошкоджень [15].

Відносно в'язкий клейстеризований крохмаль жита має подібну до пшеничного величину відносної в'язкості, але максимальна в'язкість досягається швидше і при меншій температурі. Це підтверджує, що крохмаль жита легше піддається дії ферментів [4].

Накопичення крохмалю протягом розвитку зерна жита було об'єктом досліджень вчених. Виявлено, що найвищий вміст крохмалю спостерігається на 28 – 36 день після цвітіння, після чого спостерігається зниження цього показника на 2 – 19 % від максимального значення. В жита сорту 1МВ, яке характеризується наявністю деформованого зерна, зниження кількості крохмалю починається раніше, ніж у зерна ранніх сортів жита.

Під час проведених досліджень не було виявлено істотних відмінностей між властивостями крохмалю жита і пшениці за іншими показниками якості. Однак, під час дозрівання зерна відбуваються зміни у кількості і співвідношенні різних видів цукрів.

Згідно з висловлюванням П. Агравалія, спостерігається максимальне накопичення цукрів на 14-й день після цвітіння у жита, а після цього їх кількість поступово зменшується до повної стиглості зерна. Усі досліджені сорти жита в зрілому стані містять більше цукрів, ніж пшениця.

А. Классен, Р. Хілл і Е. Партер вказують на стійке зменшення кількості відновлених цукрів у пшениці та 2-річному житі від моменту, коли вологість зерна досягає 50 – 55 %, і до повної зрілості. Загалом, спостерігається постійний спад цього показника. Однак, на останній стадії (вологість зерна 30 – 35 %), спостерігається певне збільшення кількості відновлених цукрів.

На кожній стадії розвитку, зерно жита містить більше цукрів, ніж зерно пшениці. Р. Бекер і К. Лоренс відмічають, що у 4 сортів жита і 3 сортів пшениці збільшення кількості сахарози відбувається у кілька разів протягом процесу дозрівання. У зерні жита також виявлені трисахариди, кількість яких зростає протягом дозрівання [22].

У зерні жита, на етапі молочної стиглості, кількість накопичених цукрів різниться в залежності від сорту та умов зростання, що включають ґрунтові та кліматичні фактори. Зокрема, у зерні жита може накопичуватися від 3 до 5 % спирторозчинних цукрів. Ця кількість включає приблизно 70 % олігосахаридів, до 7 % фруктози, 2 – 5 % глюкози, 3 – 4 % сахарози та 3 – 7 % мальтози. [4].

Вміст олігосахаридів у зерні має значний вплив на його зимостійкість. Дослідження показують, що існує висока кореляція між рівнем олігосахаридів та здатністю зерна переносити морози. Коефіцієнт кореляції між морозостійкістю і вмістом олігосахаридів становить приблизно 0,9, а коефіцієнт детермінації досягає 81 %.

Інформація про слизисті речовини жита майже відсутня в науковій літературі. Але Е. Дереві в своєму дослідженні, присвяченому технологічним властивостям жита, виявив, що гібриди мають вищий вміст загальних пентозанів порівняно з батьківськими формами.

Є окремі відомості про зерна жита, де вміст водорозчинних пентозанів перевищує або є на рівні з пшеницею [6].

Амілази належать до найважливіших ферментів, які присутні у житі і відіграють ключову роль у біохімічних процесах проростання зерна і наступній переробці солоду [30]. Особливою особливістю є наявність активної α -амілази в житі порівняно зі стандартними сортами пшениці і ячменю, які були вирощені в тих самих умовах. Виявлено, що активність α -амілази в житі була в 8,4 рази вище, ніж у пшениці, і в 10,2 рази вище, ніж у ячменю [3].

В нижній частині ендосперму, близько до зародка, зосереджена найбільша активність амілази, до 70%. В непророслому зерні присутня тільки сахарогенна β -амілаза, тоді як дестриногенна (α -амілаза) формується тільки під час проростання зерна [5]. Обидві ці амілази розкладають крохмаль паралельно, розриваючи вуглецеві зв'язки 1-4 і утворюючи мальтозу та декстрини. Крім α - і β -амілаз, в солоді також присутня декстриназа, яка гідролізує декстрини до кінцевих продуктів. Це відбувається під час процесу солодоращення, коли амілолітичні ферменти гідролізують крохмальні зерна. В результаті цього зерна втрачають свою колишню структуру, що можна візуально спостерігати на рисунку 1.1 [27].

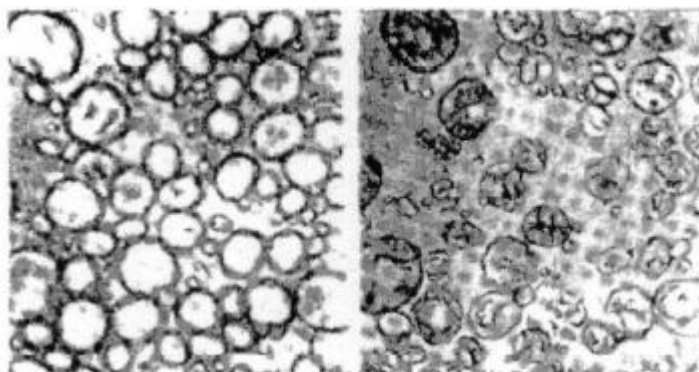


Рисунок 1.1 – Ефект впливу солодової амілази на крохмаль (ліва частина відображає крохмаль до впливу, а права частина - після впливу).

Білкові речовини. Задоволення людських потреб у білку, який на сьогоднішній день є однією з недостатньо представлених складових харчових продуктів, вважається важливою проблемою нашої епохи. Білок відіграє велику роль у технологічних процесах харчового виробництва. Саме через це багато дослідників зосередили свою увагу на дослідженні білкових компонентів зерна жита.

Відомо, що однією з характеристик жита є його здатність накопичувати значно більшу кількість білка порівняно з батьківськими формами. Це факт, на який звертають увагу багато дослідників у галузі гібридів пшениці і жита. Вміст білка в зерні може сягати 21 – 25 % [7].

Кількість білка в зерні залежить від багатьох факторів, таких як генетична спадковість, терміни посіву та ґрунтово-кліматичні умови. В.Е. Пісарев пояснює високий вміст білка у зерні за допомогою позахромосомної спадковості, оскільки дослідження батьківських форм показали, що сорти з високим вмістом білка мають батьківські форми з високим вмістом білка. Незважаючи на різноманітні причини та вплив на кількісний вміст білка в зерні, пшенично-житні гібриди накопичують більше білка, ніж батьківські форми, навіть при однакових ґрунтово-кліматичних умовах. Це, ймовірно, пояснюється генетичною спадковістю, коли поєднання спадкових ознак батьківських форм приводить до виникнення нових стійких ознак [7].

Склад амінокислот білка визначає біологічну цінність, тому дослідження в цій області є цікавими. Багато дослідників зазначають, що жито містить підвищений вміст лімітуючої амінокислоти - лізину, порівняно з пшеницею. Вміст лізину в зерні може варіюватися від 1,6% до 6,6%, зазвичай зустрічаються зразки з вмістом лізину від 2,4% до 3,2% [17].

Порівняно з іншими зерновими культурами, зерно жита відрізняється високим вмістом деяких важливих амінокислот, таких як гістидин, аргінін, фенілаланін і глютамінова кислота. Сукупний вміст незамінних амінокислот свідчить про вищу харчову цінність зерна амфіплоїдних гібридів жита порівняно з пшеницею [7]. Існують відомі дослідження, в яких вивчалася залежність складу амінокислот у білках від умов вирощування, і було встановлено, що генотип має найбільший вплив на цей показник.

Наявність підвищеного вмісту розчинних компонентів у зерні жита забезпечує його високу харчову цінність [14]. Різні фракції білків не лише відрізняються за ступенем їх засвоєння при споживанні, але також впливають на технологічні переваги зерна. Аналіз фракційного складу білків зерна жита показує, що ця культура, характеризується підвищеним вмістом альбумінів і глобулінів, що є типовим для жита. Різновиди жита містять від 35,6% до 44,3% розчинних білкових речовин (сумарної кількості фракцій), тоді як у пшениці цей показник становить 28,6% - 31,6%. Кількість проламінової фракції трохи менше, ніж у м'якої пшениці. Зміни в кількості і співвідношенні клейковиноутворюючих фракцій білків впливають на кількість та якість клейковини. Жито закордонних сортів, зокрема угорські гібриди, мають низьку кількість клейковини. Клейковина жита є нееластичною, ламкою і має темно-коричневий колір [4].

В науковій літературі є відомості про склад глютенів у сортах жита, які були розроблені зарубіжними дослідниками. Загалом, лужнорозчинні білки мають подібний склад амінокислот до батьківських видів, з деякими незначними відмінностями. У глютеніні жита помірні кількості амінокислот лізину, треоніну, глютамінової кислоти і проліну, тоді як аргінін присутній у тих же кількостях, що й у пшениці.

Багато досліджень було проведено для вивчення білкових речовин під час дозрівання зерна жита. У цій серії робіт представлена повна картина змін, що відбуваються у білкових речовинах жита порівняно з пшеницею. Зазначено, що на етапі молочної стиглості зерно містить незначно менше білка, але перевищує пшеницю за вмістом вільних амінокислот в 1,7 рази. До фази повної стиглості вміст амінокислот обмінного фонду у жита знаходиться на проміжному рівні порівняно з батьківськими формами.

Кількість небілкового азоту в зерні за період від молочної до повної стиглості залишається стабільною, його динаміка практично не відрізняється від пшениці. У роботі авторів [4] висвітлено питання щодо змін у фракційному складі білка тритікале, пшениці і жита протягом процесу дозрівання. В цілому, хоча спостерігається помітний перерозподіл фракцій, жито займає проміжне положення між батьківськими видами щодо фракційного складу білків, і на всіх етапах розвитку спостерігаються відмінності в його структурі.

Отже, загальний огляд досліджень, що стосуються білків зерна жита, свідчить про широкий обсяг досліджень цієї групи речовин на сьогоднішній день. Крім того, було зібрано значну кількість відомостей щодо якісного і кількісного складу білків у зерні жита, а також про їх зміни протягом процесу дозрівання.

Аналіз досліджень свідчить, що протеази менш досліджені, ніж амілолітичні ферменти. За активністю протеаз, найбільш високі показники спостерігаються у зерні жита, пшениці і тритікале, при цьому активність протеаз у зерні пшениці є меншою. Також виявлено наявність термостійкого інгібітора трипсину і хімотрипсину, який зберігає свою активність навіть після години обробки на водяній бані. Активність цього інгібітора знижується під час пророщування зерна, і через 12 годин пророщування активність інгібітора повністю зникає. У якості найбільш ефективних інгібіторів, які блокують активний центр протеаз, визнані сульфгідрильні групи [5].

Дослідження останніх років [46] підтверджують, що ліпіди відіграють важливу роль у визначенні технологічних властивостей, цінності зерна і

продуктів його переробки. Ліпіди активно беруть участь у хімічних і біохімічних процесах дозрівання, зберігання і проростання зерна [27].

Загалом, вміст ліпідів в зерні, зазвичай, трохи менший, ніж у батьківських форм, але ця кількість може варіюватися залежно від сорту. Ліпіди в зерні присутні у вигляді вільних форм, які складають 83 – 89 % неполярних компонентів, в основному тригліцеридів, а також у пов'язаних формах, що містять 61 – 73 % полярних і 27 – 39 % неполярних компонентів [14]. Кількість неполярних фракцій в зерні жита наближається до значень, спостережуваних у пшениці.

Структурний склад ліпідів має значення визначенням властивостей ліпідів. Жирні кислоти, які входять до їх складу, впливають на стійкість ліпідів до окислення і терміни зберігання зерна та борошна. Склад ліпідів у жита, так само як і в інших зернових, значною мірою залежить від умов його зростання. Серед основних жирних кислот, що складають ліпіди, можна виділити пальмітинову, стеаринову, олеїнову, лінолеву і ліноленову [14].

Вітамінний і мінеральний склад. Правильне збалансоване вміст мінералів і вітамінів у зерні має велике значення для здоров'я людини, оскільки ці речовини відіграють важливу роль у метаболічних процесах організму [27]. Дослідження, проведені на основі літературних даних, свідчать про незначне збільшення вмісту мінеральних речовин у зерні жита порівняно з батьківськими формами. Зокрема, спостерігається підвищений вміст фосфору, кальцію, магнію, цинку, марганцю і міді.

У зерні жита спостерігається наявність вітамінів групи Е (α -токоферол). Якщо порівнювати борошно вищого сорту та ціЛЬНОЗМЕЛЕНЕ борошно (отримане з усієї частини пшеничного зерна), то в цьому випадку виявлено більш високий рівень тіаміну та рибофлавіну в ціЛЬНОЗМЕЛЕНОМУ борошні.

1.2 Виготовлення і застосування солоду

1.2.1 Технологія виробництва ферментованого і неферментованого солоду

Перед виготовленням солоду зерно піддається замочуванню. Зазвичай зернові злаки містять 12-15% вологи, що не дозволяє їм проростати. Для проростання зерна необхідно підвищити його вміст вологи до 40-47%. Цей етап досягається за допомогою замочування або зрошення зерна водою [29]. Замочування зерна є надзвичайно важливим кроком у процесі солодження, оскільки умови його проведення впливають на процес пророщування, тривалість, втрати під час солодження та якість отриманого солоду. Цей технологічний процес не можна розглядати окремо від загального процесу солодження, але є першою стадією цього процесу [24].

У непророслому зерні, частина води входить у склад макромолекул і гідратується, утворюючи зв'язки з компонентами клітин, особливо з білками. Ця вода має певні особливості, які відрізняють її від звичайної води (не замерзає при 0 °C, не виступає як розчинник для речовин малої молекулярної маси). Деяка частина води зв'язана між волокнистими структурами, молекулами та клітинними мембранами і не впливає на обмін речовин в організмі. Тільки вода, яка знаходиться у вільному стані у проміжних клітинних просторах, є активною з точки зору реакційної діяльності: вона транспортує поживні речовини до зародку та алейронового шару, бере участь у гідролітичному розщепленні макромолекул в організмі [10].

Для проростання насіння необхідні певні передумови, такі як достатня вологість, відповідна температура і наявність кисню. Збільшення температури води призводить до скорочення тривалості замочування зерна. Однак, при температурі вище 15 °C відбувається активний розвиток мікроорганізмів. Для їхнього унеможливлення в промисловості широко застосовують антисептики, які одночасно стимулюють ріст зерна. Максимальною вважається температура замочування 30 °C [21].

За традиційною технологією, температура води для замочування насіння повинна знаходитися в діапазоні 10-14 °С. Проте, останніми роками, за кордоном рекомендується підвищити цю температуру до 15-21 °С. Збільшення температури сприяє прискоренню дифузії води всередині зерна та її пересуванню до різних його частин. Воно також підсилює біохімічні процеси, включаючи дихання, що має позитивний вплив на життєздатність зародку.

Під час зберігання, замочування та наступного проростання зерна, крім води, воно потребує наявності кисню - енергії, яка забезпечує нормальний перебіг обмінних реакцій і синтез нових вегетативних структур рослини [24]. Утворений під час дихання зерна вуглекислий газ гальмує його зростання під час замочування. Тому під час повітряних пауз необхідно видаляти цей газ.

Зі збільшенням вологості зерна зростає його потреба в кисні та інтенсивність дихання. Під час зберігання зерна, з кожної молекули кисню утворюється одна молекула вуглекислого газу. Коефіцієнт дихання (V_{CO_2}/V_{O_2}) в такому випадку дорівнює одиниці. Аерація зерна, зокрема використання потужної аерації під тиском, сприяє його замочуванню. Це дозволяє скоротити час росту зерна для виготовлення солоду, підвищити продуктивність та знизити витрати на його виробництво.

Замочування зерна в безперервному потоці води і повітря дозволяє досягти потрібної вологості швидше, ніж при застосуванні методу замочування чергуванням в воді і повітрі.

Особливе значення негативного впливу вуглекислого газу на життєві процеси зерна проявляється на початковій стадії замочування. Продування зерна повітрям на початку замочування має більш важливе значення для досягнення швидкого та рівномірного проростання, порівняно з продуванням протягом усього процесу замочування.

Також на швидкість замочування впливає хімічний склад води. Зерно замочується швидше у м'якій воді, ніж у жорсткій. Тому для замочування зерна рекомендується використовувати воду з жорсткістю, що не перевищує 7 мгекв/дм³ [24].

Підтверджено, що особливо негативний вплив на швидкість процесу замочування мають хлориди, як підтверджують досліді Г.І. Фертмана і Л.М. Коршвіа. Процес замочування найшвидше протікає в воді, яка містить сульфат калію. З свого боку, перманганат калію, формалін та інші речовини, застосовувані під час замочування, виконують роль не лише антисептиків, але й стимуляторів, що сприяють покращенню процесу проростання зерна [29].

Біологічні стимулятори росту і розвитку рослин мають збудливу дію на проростання зерна в кінці процесу замочування. Серед цих стимуляторів є група речовин, включаючи гібереліни А1, А2, А3 і А4. Найактивнішим з них є гіберелін А3 ($C_{19}H_{22}O_6$), відомий як гіберелінова кислота, яка стимулює вихід насіння з періоду спокою і застосовується для прискорення його проростання. Гіберелін активує дію амілолітичних, протеолітичних та інших ферментів.

Замочування жита для отримання солоду виконується за аналогічною технологією, що і замочування ячменю, досягаючи вологості 45-50%. Зерно жита замочують при температурі 13 – 17 °С шляхом безперервного потоку води і повітря або за допомогою повітряно-водного методу. Протягом останніх 2 годин замочування в замочувальний чан постійно подають воду температурою не нижче 15 °С [3]. Крім того, жито можна замочувати шляхом періодичного зрошування водою температурою 12 – 20 °С, розпилюючи її з форсунок, розташованих на зворотних установках, кожні 4 – 6 годин досягнення вологості зерна 48 – 52 %. Зазвичай проводять 4 – 6 зрошень, загальний час замочування становить 24 – 30 годин.

Кожні 2 години зерно піддають продуванню вологим кондиціонованим повітрям з температурою 12 – 15 °С і відносною вологістю 90-98% протягом 20 – 30 хвилин. Під час цього процесу необхідно забезпечувати температуру зерна в межах 13 – 16 °С. [24].

При замочуванні тритікале дотримуються всіх технологічних режимів, які використовуються під час замочування ячменю і жита. Згідно з дослідженнями Г.І. Космінського, Е.М. Моргунової і М.А. Хотомцева, оптимальною температурою для замочування тритікале є 10 – 12 °С, а необхідна ступінь

замочування досягається протягом 24 – 26 годин. Це дозволяє скоротити час замочування тритікале в порівнянні з ячменем в 2 – 2,5 рази.

Під час процесу виробництва солоду важливою стадією є пророщування зерна. Пророщування спричиняє морфологічні, цитолітичні та біохімічні зміни в зерні. Метою пророщування є активація та синтез неактивних ферментів, які впливають на процес затирання, що дозволяє розчинити всі запасні речовини в зерні.

Утворення та активація ферментів тісно пов'язані з життєдіяльністю зародкового корінця під час пророщування. У початковій стадії пророщування формується зародковий корінець, який прокладає шлях через плодову та насінневу оболонки, проходить вздовж квіткової оболонки до вершини зернятка, не проростаючи через неї. При штучному пророщуванні необхідно досягти певного розміру корінця. Якщо корінець починає рости з вершини зерна, це може негативно вплинути на якість готового солоду [24]. Після появи корінця формуються судини, які простягаються від ендосперму до зародка кореня. У клітинах судин починають утворюватися складні полімерні сполуки, такі як лігніни, що підвищують міцність їх стінок. Після цього клітини починають розчинятися. Поступово у щитку та зародку формуються власні крохмальні зерна. Незважаючи на високу активність обміну речовин у щитку протягом перших 10-15 годин після зволоження, він ще не готовий для синтезу гідролітичних ферментів, таких як α -амілаза і β -глюканаза.

Після того, як стимулятори росту, такі як гібберелінова кислота і гібберелін, поступають з кореневої системи до зародка, процес утворення ферментів значно збільшується. Подальше направлення стимуляторів росту в алейроновий шар відбувається через вже сформовані судини.

Повністю ще не розкрито механізм взаємодії гібберелінової кислоти і алейронового шару. Проте відомо, що це може стимулювати синтез специфічної розчинної РНК. Для підтримки цього процесу важлива гібберелінова кислота. В останні роки дослідження показали, що в біосинтезі ферментів у проростаючому зерні активну роль відіграють клітини алейронового шару під впливом гормонів,

що утворюються в щитку, таких як гіббереліноподібні речовини (ГПВ, GA3, GA1) та фітогармоні (ауксини, абсцизова кислота, цитокіні), що виділяються зародком під час його зростання. Гіббереліноподібні речовини дифундують до гідратованого алейронового шару, де сприяють синтезу ряду гідролітичних ферментів (β -глюконаз, α -амілаза, протеїназа, фосфатаза), використовуючи амінокислоти, які виробляються ендогенними гіббереліноподібними речовинами. Тому для постійного утворення нових ферментів (α -амілази, протеїнази, геміцелюлази, граничної декстринази) ростові речовини мають бути присутніми протягом усього процесу пророщування [40].

Під час процесу солодорушення, гідролітичні ферменти, зокрема α -амілаза, протеази, геміцеллюлази і гранична декстриназа, перетворюють резервні речовини ендосперму в розчинну форму. Спочатку протеази розчиняють білкову оболонку клітин, які містять крохмаль. Це призводить до звільнення геміцеллюлозних стінок, на які впливає відповідний комплекс ферментів, що дозволяє α -амілазі діяти на крохмальні зерна [3].

Збільшення кількості вільної β -амілази спостерігається від середини ендосперму до алейронового шару. Активація β -амілази посилюється при збільшенні вологості зерна до 43% протягом другого і п'ятого дня. Подальше зростання активності ферменту спостерігається на дуже низькому рівні [24].

У солодовій амілазі виділяють три основні функції: розрідження, декстренизація і оцукрювання. Розрідження крохмального клейстеру залежить виключно від дії α -амілази, яка є ендоамілазою і може розщеплювати глюкозидні зв'язки у середині глюкозидних ланцюгів. Під час нормального солодорушення накопичення α -амілази різко збільшується до 4-го дня пророщування, а потім зростання відбувається більш рівномірно. Активність β -амілази зростає рівномірно протягом усього процесу пророщування без різких змін. Загалом, при солодорушенні активність амілолітичних ферментів збільшується в 3 – 5 разів, протеолітичних ферментів – приблизно в 2,5 рази, фосфотаз – в 5 – 7 разів, а α -глюкозидаз – в 2 рази. [2].

Один з найважливіших технологічних факторів солододорощення - ступінь розрушення ендосперму зерна, визначається зміною структури зерна протягом цього періоду. Ця зміна структури є результатом дії протеолітичних ферментів, швидкість накопичення яких, разом з накопиченням амілолітичних ферментів, визначає тривалість приготування солоду і його якість.

Проростання зерна сприяє розщепленню білків, і цей процес починається з дії ендопептидази. Ендопептидаза гідролізує високомолекулярні нерозчинні запасні білки на розчинні поліпептиди і пептиди. Далі, під впливом екзопептидази, поліпептиди і пептиди подальше гідролізуються до амінокислот.

Кількість вільних амінокислот у солоді збільшується протягом перших 4 – 6 днів пророщування, але подальше зростання може сповільнитися. При температурі 14 – 16 °C під час 7-денного пророщування, амінокислоти, такі як тирозин, аргінін, треонін, метіонін, лізин, гістидин і пролін, рівномірно і інтенсивно накопичуються. Проте, в кінці процесу пророщування, накопичення цих амінокислот може сповільнитися. [2].

Для отримання солоду з високим вмістом амінокислот, які гарантують належний перебіг процесу бродіння, необхідно пророщувати солод протягом щонайменше п'яти днів за допомогою наявних режимів і методів солододорощення [24].

Під час пророщування зерна, запасні білки ендосперму, такі як гордеїн і горденін, розщеплюються пептидазами на амінокислоти, які переміщуються до зародка, де використовуються для синтезу фізіологічно активних білків, таких як альбуміни і глобуліни. Склад амінокислот у запасних білках значно відрізняється від складу білків цитоплазми. Гордеїн, наприклад, містить велику кількість амідів, глютамінової кислоти і проліну, тоді як цитоплазматичні білки характеризуються високим вмістом аспарагінової кислоти, аланіну, гліцину, лізину і аргініну. Якщо припустити, що результатом проростання є загальна перетворення запасних білків в білки цитоплазми, то процес вимагає синтезу аспарагінової кислоти, аланіну, гліцину, лізину і аргініну з амідів, глютамінової кислоти і проліну [3].

Отримання ферментованого солоду з жита включає кілька основних етапів: замочування сортованого зерна протягом 36 – 48 годин до досягнення вологості 47 – 48 %; пророщування протягом 3 діб при температурі 12 – 18 °С. Після цього свіжопророщений солод піддається ферментації. Для цього звожують солод водою температурою 40 – 50 °С до вологості 45 – 50 %, і відбувається процес самозігрівання протягом 24 – 30 годин без ворошіння. Потім солод підігривають до 60 – 65 °С і підтримують цю температуру до завершення ферментації. Загальна тривалість процесу складає 2 – 3 доби. Сушіння солоду відбувається при температурі 80 °С протягом 30 – 36 годин до досягнення вологості 6 – 8 %. [18].

Ферментаційний процес може бути реалізований за допомогою різних методів, таких як поточна ферментація, використання барабаних або ящикових солодовень. Цей процес є тривалим і вимагає значних зусиль, а також споживає велику кількість енергії. Він проводиться за підвищених температурних та вологостних умов для солоду. За традиційною технологією ферментація зазвичай триває протягом 3 – 5 днів [3].

Ферментаційний процес використовує здатність більшості ферментів солоду продовжувати свою дію в умовах, які несприятливі для розвитку зародків. Навіть при високій температурі і відсутності кисню багато ферментів все ще зберігають свою активність. В результаті ферментації відбуваються зміни в хімічному складі зерна тритікале, збільшується кількість цукру і амінного азоту, що свідчить про активну роботу ферментів [24].

Під час процесу томління в ящиках, солод завантажують шаром товщиною не більше 70 см і залишають його непорушеним на 12 – 24 години, поки середня температура солоду в шарі не досягне 50 – 55 °С. Після цього солод перемішують, а потім проводять продування конденсованим повітрям з метою підтримання вологості солоду на рівні не менше 50 % і температури у всіх шарах на рівні 50 – 55 °С. Процес томління в ящиках триває до 5 діб.

Томління в барабанах є більш ефективним процесом, оскільки обертанням барабана забезпечується ефективне перемішування солоду і рівномірне розподілення температури і вологості. Під час томління в барабанах, після

завантаження солоду, його залишають непорушеним на протязі одного дня. Протягом цього часу температура солоду підвищується до 55 °С, після чого солод перемішують шляхом обертання барабана. Протягом наступних 4 днів проводять ферментацію з періодичним обігрівом солоду за допомогою парового колектора та продовженим обертанням барабана, підтримуючи температуру солоду на рівні 55 °С протягом перших днів і збільшуючи її до 65 – 68 °С на 5-й день. Солод, який має вологість 48 – 50 %, передають на процес сушіння[17]

Після 4 днів солодорушення, вміст геміцелюлози і гумі-речовин знижується з 18 % (у вихідному продукті) до 14,67 %, а після 5 днів ферментації – до 5,81%. Цікаво відмітити, що в препаратах геміцелюлози, отриманих з зерна, міститься 10 – 26 % білка, але в кінцевому продукті солодорушення та ферментованому солоді майже відсутні препарати геміцелюлози, що містять білок. Ймовірно, в процесі пророщування, особливо ферментації, під дією ферментів відбувається розрив зв'язку між білками і геміцелюлозами (переважно пентозани), що разом з гідролізом слизових речовин зерна призводить до зниження в'язкості розчинів. Таким чином, для накопичення амінного азоту і гідролізу гумі-речовин необхідна стадія ферментації, проте її тривалість може бути скорочена з 5 до 3 днів. На 4 – 5 день ферменти в значній мірі втрачають активність, і відбувається формування меланоїдинів та накопичення кислот у солоді. [21].

Для підвищення ароматичних характеристик солоду рекомендується піддати його 5-годинній термічній обробці при температурі 105°C з метою досягнення кінцевої вологості не менше 3,5 % від маси. [25].

Під час ферментації відбувається значне зниження амілолітичної активності солоду. Загальне зниження активності спостерігається на третій день ферментації в загальній масі солоду, а в середньому шарі солоду це зниження настає на другий день. Активність протеолітичних ферментів також значно знижується, зниження активності в середньому шарі солоду відбувається на другу добу, а в загальній масі солоду - на четверту добу ферментації. Крім того, під час ферментації збільшується вміст цукру, а кислотність різко підвищується. Початкове зростання кислотності спричинене недоокисленими продуктами дихання та молочнокислою

мікрофлорою, пізніше - розвитком молочнокислих бактерій та утворенням амінокислот [17].

Протягом перших 2 – 3 днів ферментації в середньому шарі солоду в міжзерновому просторі спостерігається високий вміст вуглекислого газу, що становить 20 %, і знижений вміст кисню, що складає 10 %. Наявність такої концентрації вуглекислого газу пригнічує ріст зародка, але не перешкоджає виділенню ферментів і сприяє накопиченню вільних амінокислот, що має позитивний вплив на процес меланоїдоутворення. Фактичні втрати сягають 13,5 % [12].

Для створення ароматичних і фарбувальних сполук ферментований солод піддається термічній обробці за допомогою гарячого повітря. Важливо відзначити, що перша фаза сушіння є продовженням процесу ферментації. Зі зростанням температури в середині солоду і постійним зниженням вмісту вологості до 8 %, реакція меланоїдоутворення стає більш інтенсивною. Друга фаза сушіння є завершенням реакцій меланоїдоутворення, супроводжується затемненням солоду і посиленням його аромату [17].

Завдяки високому вмісту гумі-речовин у житі, під час ферментації відбувається інтенсивне розчинення цитоплазми. Метою сушіння солоду є накопичення продуктів меланоїдної реакції, збереження самого солоду, але не збереження ферментів. Сушку ферментованого солоду можна проводити у будь-якому типі сушарки. Оптимальний час сушіння становить приблизно 25 – 30 годин [21].

Було встановлено, що ненасичені карбонільні з'єднання і пропілова кислота відіграють важливу роль у формуванні характерного аромату і смаку житнього ферментованого солоду. Для отримання солоду з високими смаковими якостями та інтенсивним ароматом, оптимальною температурою при сушінні ферментованого солоду є 80 – 85 °С [12].

Було встановлено, що при сушінні солоду, зміст ненасичених карбонільних з'єднань зазнає незначного зменшення при температурі 70 – 80 °С, але збільшується при температурі 90 °С. Кількість ненасичених карбонільних сполук

підвищується в 2 – 4 рази на початковому етапі сушіння, коли вологість солоду знижується з 44,6 % до 13 – 14 %, а потім поступово зменшується до завершення процесу сушіння. Вміст летких жирних кислот збільшується при сушінні житнього солоду при температурі 70 °С протягом усього процесу сушіння, а при температурах 80 °С і 90 °С – протягом перших 12 – 14 годин, після чого знижується до завершення сушіння. Готовий солод містить в 2 – 4 рази більше летких жирних кислот залежно від температури порівняно з солодом до сушіння [3].

міна температури сушіння має вплив на кількість амінокислот у солоді. При підвищенні температури сушіння відбувається зниження кількості вільних амінокислот у солоді [8].

Внаслідок сушіння житнього ферментованого солоду, загальний вміст меланоїдів збільшується в 1,5 – 2,0 рази в порівнянні з солодом до сушки, залежно від температури сушіння. При підвищенні температури сушіння від 70 до 90 °С, кількість високомолекулярних меланоїдів збільшується в 3,5 рази [8].

Було проведено дослідження, щоб вивчити вплив температури на активність і стабільність гідролітичних ферментів тритікалевого солоду [40]. В результаті було встановлено, що оптимальна температура для дії різних гідролітичних ферментів тритікалевого солоду знаходиться у таких діапазонах: α -амілаза - 58-62°C, β -амілаза – 48 – 55 °С, протеолітичні ферменти – 47 – 51 °С, цитолітичні ферменти – 41 – 47 °С. Під час ферментації житнього солоду, α -амілаза майже повністю втрачає свою активність, і активність α -амілази в ферментованому солоді становить 3-37% від активності α -амілази свіжопророщеного солоду [24].

Досліджено динаміку азотного складу житнього солоду залежно від температури сушіння. Солод було сушити при 70, 80 і 90 °С, оскільки сушіння при нижчих температурах призводило до низької кольоровості і слабо вираженого аромату. Крім того, на стадії ферментації температура в середині шару досягала 65 °С. Тому починати сушіння цього солоду при нижчих температурах було неефективним. У солоді, який був висушений при температурі вище 90°C, спостерігався гіркий смак і запах з домішкою горілого хліба [8].

З проведених дослідів можна зробити висновок про високу стійкість ендопептидаз до температури, оскільки їх активність помітно зменшується тільки при перевищенні 90 °С. Вплив цієї групи ферментів на високомолекулярні азотисті речовини може пояснити збільшення кількості немалекулярних фракцій у середовищі..

Проведені дослідження займаються вивченням змін у вуглеводному складі житнього ферментованого солоду під час процесу сушіння. Солод сушили при температурах 70, 80 і 90 °С. Для визначення вмісту декстринів у зразках використовували метод осадження з наступним визначенням глюкози та метод Вільштеттера-Шудля з попереднім осадженням білків для визначення редукуючих цукрів. В результаті досліджень було встановлено, що протягом перших 6 – 8 годин сушіння вміст редукуючих цукрів знижувався після початкового збільшення, залежно від температури. У готовому солоді вміст редукуючих цукрів був нижчим, ніж у солоді до сушки. Збільшення вмісту редукуючих цукрів на початковому етапі сушіння було супроводжене активним розпадом декстринів, кількість яких зменшувалася в перших 6 – 8 годинах сушіння на 5,6 – 10,0 % в залежності від температури, а загальна зниження складала 6,5 – 13 % протягом усього процесу сушіння. Імовірно, збільшення вмісту редукуючих цукрів в кінці сушіння можна пояснити розпадом декстринів як ферментативним, так і технічним шляхом. Зменшення кількості редукуючих цукрів до кінця сушіння пов'язане з їх використанням для синтезу фарбувальних і ароматичних речовин.

Досліджено зміну складу вільних цукрів під час сушіння житнього ферментованого солоду. Основна частина редукуючих цукрів складається з глюкози (68 % від загальної кількості вільних цукрів). Протягом процесу сушіння спостерігалось зменшення кількості моносахаридів в залежності від температури на 58 – 65 %, в той час як вміст мальтози, сахарози і мальтотріози збільшувався.

Було досліджено, як температура сушіння впливає на фізико-хімічні показники житнього солоду. У цьому дослідженні використовували свіжопророслий солод, який був ферментований до стану готовності для сушіння.

Після цього солод підсушували до вологості 20 – 25 % і 10 – 15 %, а потім повністю висушували при температурах 70, 80 і 90 градусів Цельсія. Результати дослідження показали, що якість готового ферментованого солоду, сушеного при різних температурах, була різною.

Зокрема, кислотність і кольоровість максимально збільшувалися при температурі 90 градусів Цельсія, особливо на останніх стадіях сушіння, коли вологість солоду знижувалася з 10 – 15 % до 7 – 8 %. Підвищення кольоровості може бути пояснене тим, що на останніх етапах сушіння створюються сприятливі умови (висока температура і потрібна вологість) для синтезу меланоїдів. Збільшення кислотності пов'язане з утворенням органічних кислот, фосфатів та меланоїдів під час процесу сушіння, оскільки меланоїди мають кислу реакцію [2].

Під час ферментації вміст фруктози збільшується на 1,3 рази. Під час процесу сушіння вміст глюкози, фруктози і мальтози постійно зменшується. У готовому солоді вміст складових такий: глюкоза – від 13,1 % до 14,6 %, фруктоза – від 0,8 % до 1,3 %, мальтоза – 0,5 %, а решта (від 1,6 % до 1,9 %) становить сухі речовини солоду.

Приготований солод має бути позбавлений паростків, що надають напоям неприємний смак. Щоб підвищити еластичність зовнішнього шару свіжовисушеного солоду, його потрібно піддати процесу відлежування протягом 2-3 тижнів [4].

Мета та завдання досліджень

У сучасному етапі виробництва солоду, актуальною проблемою є дослідження солодових властивостей зерна нових сортів і встановлення оптимальних режимів приготування солоду для цих сортів з урахуванням їх сортових особливостей і біохімічних показників.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є удосконалення технології виробництва ферментованого і неферментованого солоду з зерна жита та розроблення нових технологічних режимів.

Згідно з поставленою метою, було вирішено наступні завдання:

- Встановлення солодових властивостей нових сортів жита та визначення найбільш придатних сортів для виробництва солоду.
- Розробка оптимальних технологічних режимів для процесів солодоращення, ферментації та сушіння солоду з використанням житнього зерна.
- Вивчення впливу режимів приготування солоду на якісний і кількісний склад вуглеводів солоду.
- Проведення розрахунків кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва солоду з зерна жита.

Предмет дослідження – вивчення взаємозв'язку між технологічними показниками процесу солодоращення і якісними характеристиками кінцевого продукту.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Сировина і матеріали, що використовувалися в роботі

Виконано дослідження партій зерна різних сортів жита (Тальва 100, Укро, Привада, Розпал) і зерна тритикале (Талівське) зі врожаю 2020 – 2021 років. Характеристики цих сортів наведені в таблиці 3.1.

Використана у дослідях вода відповідає якісним вимогам питної води, згідно з нормами, встановленими в Санітарних правилах і нормативах 2.1.4.559-96 (СанПіН 2.1.4.559-96).

2.2 Методи визначення основних фізико-хімічних показників сировини і готового солоду

Для визначення фізико-хімічних і органолептичних характеристик вихідної сировини, отриманих солодів, були застосовані стандартні методики, які використовуються в технохімічному контролі виробництва солоду. Ці методики включають оцінку якості зерна і оцінку якості готового ферментованого і неферментованого солодів [10, 11].

2.3 Дослідне устаткування для виробництва солоду

Миття, дезінфекцію і замочування були виконані у спеціальному лабораторному замочувальному чані об'ємом 2 дм³, а пророщування здійснювалося у солодоростильних пневматичних ящиках з регулюванням температури, як показано на рис. 2.1.

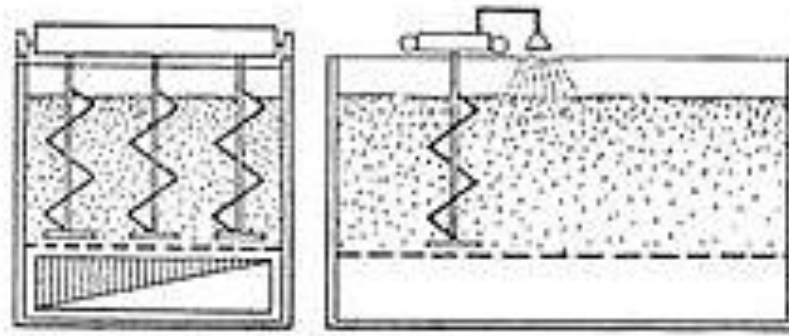


Рисунок 2.1 – Схема ящика для пророщування солоду

Свіжопророщений солод сушили на дослідній установці (рис. 2.2).

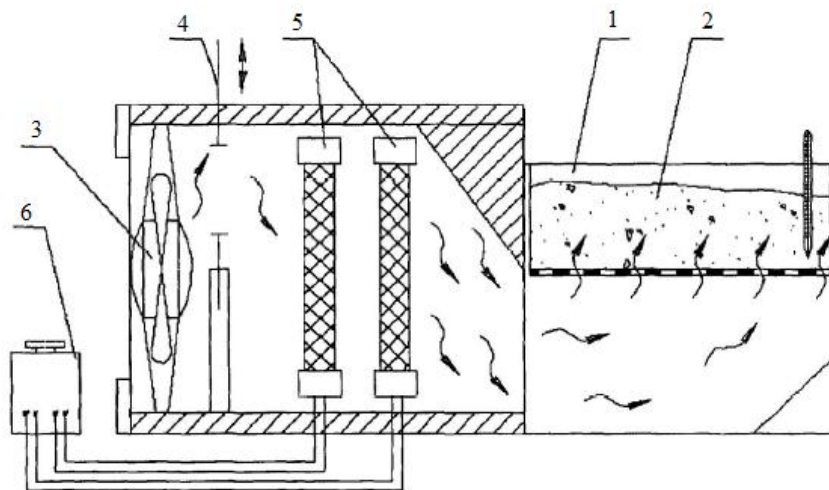


Рисунок 2.2 – Схема дослідної установки для сушки солоду

У експериментальній сушильній установці присутні наступні елементи: камера для солоду об'ємом $2,5 \text{ дм}^3$ (позначена як 1), в яку погружений ящик (позначений як 2) зі сталеву сіткою, що містить солод. Подачу повітря забезпечує осьовий вентилятор (позначений як 3), а витрата повітря контролюється шиберною заслінкою (позначена як 4), що розташована на вході в камеру. У камері встановлені термоелектричні нагрівальні елементи (позначені як 5) – ТЕНи. Регулювання температури здійснюється за допомогою пристрою (позначений як 6). Контроль за температурою солоду здійснюється за допомогою спиртового термометра, який занурений в шар солоду

Висновки до розділу

У даному розділі дипломної роботи розглянуті об'єкти та способи виконання досліджень у лабораторних умовах. Викладено методики проведення досліджень і наведено схеми дослідних установок для процесів пророщування та сушіння солоду.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір сорту зерна т для виробництва солоду

Жито є традиційною зерною культурою, що використовується для виробництва ферментованого солоду. У ході експериментальних досліджень необхідно встановити оптимальні параметри процесу солодоращення. Було запропоновано провести порівняльні дослідження між зерном жита і зерном тритікале щодо виробництва ферментативного солоду. Таблиця 3.1 містить порівняльну характеристику основних показників зерна тритікале і жита.

Таблиця 3.1 – Якісні показники зерна жита і тритікале

Показник	Жито			Тритікале Талівське
	Привада	Тальвія 100	Укро	
Потенційна продуктивність, т/га	5,0 – 7,0	6,8 – 8,5	3,3 – 4,8	3,8 – 4,2
Абсолютна маса 1000 зерен, г	50 – 56	54 – 62	40 – 44	41 – 43
Вміст білка, % СР	12 – 14	12 – 14	11 – 16	12 – 15
Вміст крохмалю, % СР	59 – 62	61 – 64	56 – 60	55 – 59
Амілолітична здатність АС од/г СВ	3,8 – 4,7	4,2 – 5,6	3,3 – 4,2	2,5 – 3,2
Розмір зерен, мм:				
довжина	7,2 – 8,4	7,6 – 8,6	6,1 – 7,3	6,3 – 7,8
ширина	2,8 – 3,3	2,9 – 3,6	2,5 – 3,1	2,6 – 3,2
товщина	2,4 – 2,9	2,7 – 3,2	2,5 – 2,7	2,4 – 2,9
Екстрактивність, в % на ВСВ	76 – 79	78 – 81	76 – 79	75 – 78
Здатність проростання,%	93 – 96	94 – 97	91 – 94	92 – 95
Енергія проростання,%	93 – 96	94 – 97	91 – 94	92 – 95

Згідно з таблицею 3.1, сорт жита Тальвія 100 виявився кращим, не лише у порівнянні з зерном тритікале сорту Талівська, але й у порівнянні з сортами жита Привада і Укро, що проявилось в його високій продуктивності та вмісті крохмалю, які перевищують відповідні показники у зерна тритікале і жита Привада та Укро на 9,6 %, 3,4 % і 7,75 % відповідно. Також слід відмітити, що

сорт Тальвія 100 має підвищену амілолітичну активність, перевищуючи інші зразки, що були досліджені, на 41,83 %, 15,29 % і 23,47 % відповідно, а також має більшу масу 1000 зерен у порівнянні зі зразками тритікале і жита сорту Укро на 27,6 % та сорту Привада на 8,7 %. Всі дослідні зразки мають високу енергію та здатність до проростання, проте сорт Тальвія 100 перевищує інші зразки в середньому на 2 – 3 % за цими показниками.

Отже, для подальших досліджень було обрано сорт жита Тальвія 100, оскільки він має найкращі технологічні показники. З урахуванням вищевикладеного, особливий інтерес становить вивчення солодових властивостей цього сорту та можливість отримання високоякісного ферментованого і неферментованого солоду з нього. Зокрема, інформація про вплив фізико-хімічних факторів на процеси солодоращення, ферментації та сушіння зерна жита є недостатньою, тому це є додатковим стимулом для проведення подальших досліджень.

3.2 Визначення ензиматичних характеристик зерна

Для вивчення біохімічних характеристик та розробки різних методів приготування солоду, перш за все, проведено процес солодоращення досліджуваного об'єкта. Ми виконали дослідження на сорті озимого жита Тальвія 100, використовуючи зерно тритікале сорту Талівське як контрольний зразок. Замочування здійснювалося методом повітряно-водного замочування протягом 36 годин при температурі 12 – 14 °C до досягнення вологості 42 – 44 % [21]. Пророщування проводилося протягом 6 днів при температурному режимі 14 – 18 °C з дворазовим перемішуванням.

В процесі приготування солоду особливо вагоме значення мають амілолітичні і протеолітичні ферменти [22]. Була проведена аналіз динаміки накопичення цих ферментів у зазначених зразках, де виміряли вологість, температуру, активність α - і β -амілази, а також протеолітичну активність. Графіки активності ферментів представлені на рисунках 3.1, 3.2, 3.3.

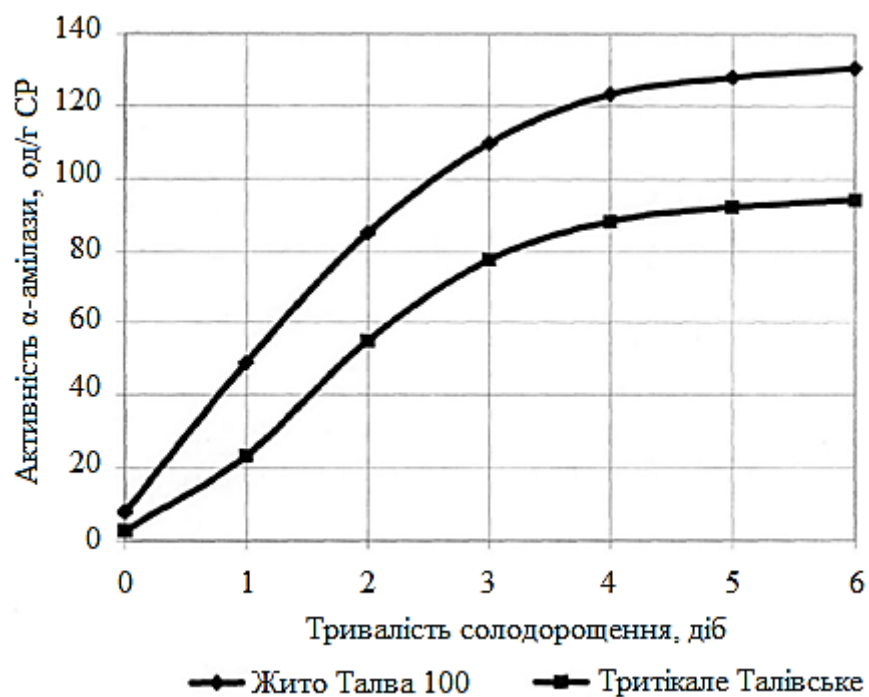


Рисунок 3.1. – Зміна активності α -амілази при приготуванні ферментованого солоду

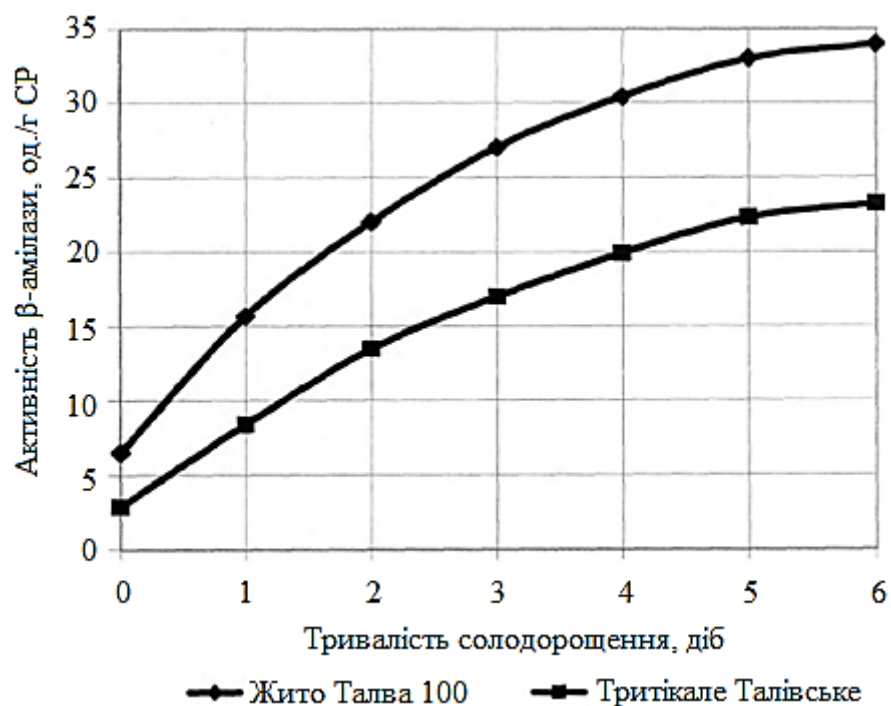


Рисунок 3.2. – Зміна активності β -амілази при приготуванні ферментованого солоду.

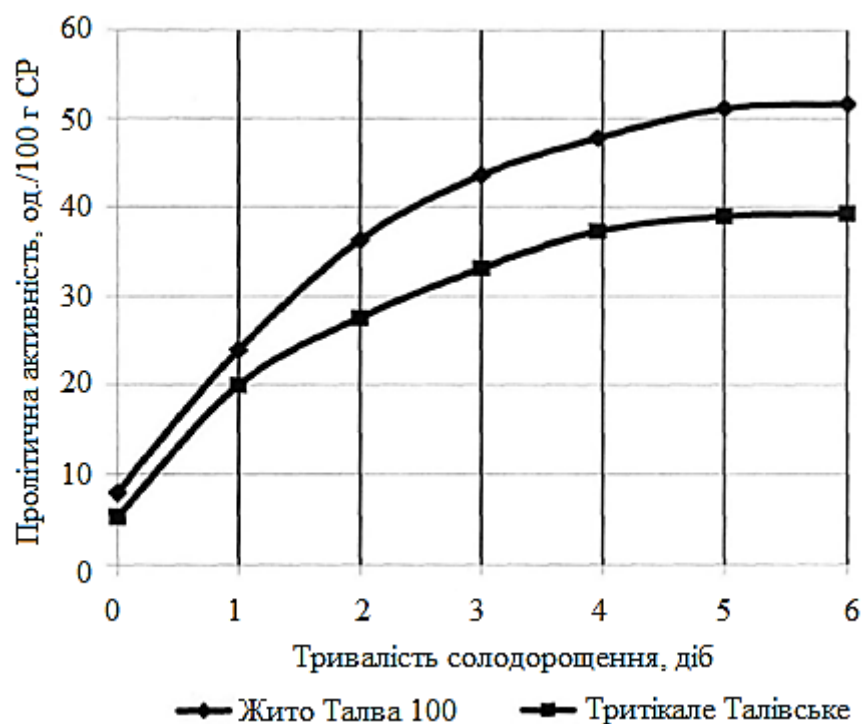


Рисунок 3.3 – Зміна протейолітичної активності при приготуванні ферментованого солоду.

На рисунку 3.1 можна спостерігати, що протягом усього процесу солодоращення зерно жита виявляє вищу α -амілазну активність порівняно з зерном тритікале. Максимальне накопичення α -амілазної активності спостерігається в обох досліджуваних зразках до четвертої доби пророщування, досягаючи значення 122 одиниці для зерна жита та 95 одиниць для зерна тритікале. Після цього приріст активності не є значним і становить 3 – 4 % щодня.

На рисунку 3.2 можна спостерігати, що збільшення рівня α -амілази в досліджуваних зразках прогресує рівномірно протягом всього процесу. Це пояснюється тим, що коли α -амілаза синтезується під впливом нерозчинних гібереліноподібних речовин, β -амілаза залишається у неактивному стані протягом тривалого періоду. Це становиться можливим завдяки присутності білкових комплексів, які блокують β -амілазу, але руйнуються під дією протейолітичних ферментів, що активують β -амілазу і виводять її з неактивного стану.

Помітне нагромадження β -амілази спостерігається протягом 4 – 5 днів, після чого подальше зростання активності малозначне. За весь період

солодородження та до завершення пророщування, активність β -амілази в зернах жита постійно перевищує активність в зернах тритікале і досягає 25,6 % більше значення.

Згідно з рисунком 3.3, можна спостерігати, що найбільше нагромадження протеолітичної активності відбувається в зернах тритікале протягом перших 3 днів пророщування, після чого темп зростання активності сповільнюється. Аналогічна динаміка накопичення протеолітичної активності спостерігається в зернах жита. Важливо відмітити, що на третій день пророщування активність протеолітичних ферментів в зернах жита перевищує активність в зернах тритікале на 18,2 %. Подібна динаміка протеолітичних ферментів залишається стійкою до завершення солодородження.

Активність амілолітичних ферментів у досліджуваному зразку жита досягає свого піку на 4 – 5 день пророщування, а після цього приріст стає незначним. Ступінь розчинення солоду з жита становить 74 %, у порівнянні зі ступенем розчинення солоду з тритікале, який складає 72 % (за АСВ). Це свідчить про високу розчинність ендосперму зерна жита та правильний прогрес процесу солодородження.

Пророщені зерна були використані для отримання неферментованого і ферментованого солоду. При отриманні неферментованого солоду, сушку проводили згідно зі стандартною технологією, яка описана в таблиці 3.2 (протягом 24 – 30 годин при температурі 50 – 80 градусів Цельсія). Кінцеві значення активності біохімічних складників були наступними: для житнього солоду α -амілаза – 42 одиниці, β -амілаза – 8,2 одиниці, протеолітичні ферменти – 23 одиниці; для тритікалевого солоду α -амілаза – 39 одиниць, β -амілаза – 6,8 одиниць, протеолітичні ферменти – 24 одиниці.

При отриманні ферментованого солоду, ферментацію проводили згідно зі загальноприйнятим режимом тривалістю трьох діб. У початковій стадії ферментації солоду спостерігається зростання активності α -амілази і β -амілази. Для житнього солоду зростання активності α -амілази становило 30 %, а для тритікалевого солоду – 17,7 %. Збільшення активності β -амілази склало 27 % для

житнього солоду та 16,5 % для контрольного зразка. Після ферментації, солод піддавався сушінню на експериментальній сушильній установці, відповідно до режиму, наведеному в таблиці 3.2. Сушіння проводилося до досягнення кінцевого рівня вологості в межах 4 – 6 %.

Таблиця 3.2 – Режимы сушіння неферментованого житнього і тритікалевого солоду

Параметри процесу	Стадії сушки		
	1	2	3
Зміна вологості солоду, %	50 – 25	25 – 10	10 – 6
Зміна температури сушильного агента, С	50 – 70	70 – 80	80 – 90
Тривалість сушіння, год	8 – 10	6 – 10	6 – 10

Після проходження періоду відлежування неферментованого та ферментованого солоду тривалістю 2 тижні, були виміряні показники якості відповідно до таблиці 3.3 в отриманих зразках.

Таблиця 3.3 – Показники якості ферментованого і неферментованого солоду з зерна жита і тритікале

Показники якості	Ферментований солод		Неферментований солод	
	Жито	Тритікале	Жито	Тритікале
Масова частка вологи, %	7,4 – 7,9	7,5 – 8,0	5,8 – 6,7	6,3 – 6,8
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, %:				
при холодному екстрагуванні	-	-	76,6 – 78,2	75,3 – 76,8
при гарячому екстрагуванні з витяжкою з ячмінного солоду	87,2 – 88,3	85,2 – 86,8	-	-
Тривалість оцукрювання, хв.. не більше	-	-	19	21
Кислотність, к. од.	16,8 – 19,2	18,5 – 21,3	11,2 – 13,4	12,3 – 14,6
забарвленість, к. од.	16,7 – 18,3	15,5 – 16,3	2,3 – 4,3	3,5 – 4,2
Масова частка загального азоту в перерахунку на білкові речовини, % на СР солоду	11,9 – 13,2	12,1 – 14,0	11,8 – 12,9	12,0 – 13,7

Неферментований солод, отриманий зі зерна жита, має вищу екстрактивність на 1,5 – 2 % порівняно з тритікалевим солодом і викликає меншу оцукрювання. Ферментований солод, отриманий зі зерна жита, також відзначається вищою екстрактивністю на 1,7 – 2,3 % і забарвлюється на 7 – 10 % більше, ніж тритікалевий солод. Інші показники якості солоду з тритікале і жита не виявляють значних розбіжностей. Висока екстрактивність готового солоду з жита може пояснюватися не лише високою екстрактивністю сировини, але й високою гідролітичною здатністю ферментів зерна, які забезпечують більш повний гідроліз ендосперму солоду. Підвищення забарвлення, ймовірно, також пояснюється високою активністю амілолітичних і протеолітичних ферментів, які сприяють накопиченню амінокислот і цукрів, що беруть участь у реакції формування меланоїдинів.

3.3 Вибір оптимального режиму солодоращення жита

Для визначення оптимального методу пророщування жита були обрані три основних температурних режими, які наведені в таблиці 3.4. При

виготовленні неферментованого солоду була прийнята тривалість солодородження впродовж п'яти днів. Згідно з попередніми даними, отриманими в розділі 3.2, спостерігається значна активність гідролітичних ферментів до п'ятої доби пророщування.

Таблиця 3.4 – Температурні режими пророщування

Тривалість пророщування, діб.	Температура пророщування, °C		
	1 режим	2 режим	3 режим
1	12 – 14	12 – 14	18 – 19
2	14 – 15	14 – 16	18 – 19
3	15 – 16	16 – 17	17 – 18
4	16 – 17	17 – 18	16 – 17
5	15 – 16	18 – 19	14 – 16
6	15 – 16	18 – 19	12 – 14

При виготовленні ферментованого солоду, тривалість солодородження приймається на чотири доби, оскільки наступним технологічним кроком є ферментація (томлення), під час якого створюються сприятливі умови для накопичення та дії ферментів солоду.

В якості контрольного експерименту був використаний традиційний режим пророщування (режим 1), розроблений НВО ПБП [9].

За літературними даними, існує взаємозв'язок між підвищенням температури пророщування і прискоренням розчинення ендосперму і білкових речовин зерна. Тому, доцільно провести процес солодородження зі збільшенням температури до кінця пророщування (режим 2). Спадний режим пророщування, тобто з пониженням температури до кінця процесу, веде до зниження втрат сухих речовин на дихання і розвиток корінців і паростків зерна (режим 3).

Оскільки швидкість накопичення гідролітичних ферментів впливає на тривалість та якість процесу приготування солоду, щодня були забрані зразки проростаючого жита для вимірювання вологості, активності α - і β -амілаз, а також протеолітичної активності.

Графік зміни активності α -амілази у жита досліджуваного сорту протягом процесу пророщування в різних режимах представлений на рисунку 3.4.

Як можна бачити з графіка на рисунку 4.1, активність α -амілази різко збільшується протягом всіх режимів до четвертої доби пророщування, а після цього зростання є незначним. Найбільша кількість α -амілази накопичується до кінця процесу пророщування за другим режимом (126 одиниць). Максимальне значення активності для цього режиму перевищує перший на 17,2 % і третій на 33,3 %. Імовірно, підвищення температури пророщування спричиняє прискорений синтез α -амілази, можливо, за рахунок збільшення швидкості дифузії гіббереліноподібних речовин до клітин алейронового шару.

Зміна активності β -амілази під час процесу солодження жита за трьома режимами представлена на рисунку 3.5. За традиційним режимом (режим 1) та режимом з пониженням температури (режим 3) спостерігається менше нагромадження β -амілази (25,5 і 26,3 одиниць) порівняно з другим режимом (підвищення температури до кінця пророщування, режим 2), де досягається значно більше значення β -амілази (29,8 одиниць). Це може пояснюватися тим, що активність β -амілази, яка знаходиться в зерні жита у неактивній формі, блокується білковими речовинами і в значній мірі залежить від кількості білка та активності протеолітичних ферментів, що розщеплюють білок. За другим режимом на п'яту добу пророщування значення активності β -амілази вище, ніж за першим на 12,72 % і за третім на 14,43 %.

Графік зміни активності протеолітичних ферментів під час солодощення представлено на рисунку 3.6. Найвищий рівень активності протеаз у досліджуваному зразку спостерігається за першого режиму на четверту добу рощення (39 одиниць). За другим режимом максимальна активність протеаз досягається на третю добу рощення (44,5 одиниць). Щодо третього режиму, максимум активності також випадає на четверту добу солодощення і становить 42 одиниці.

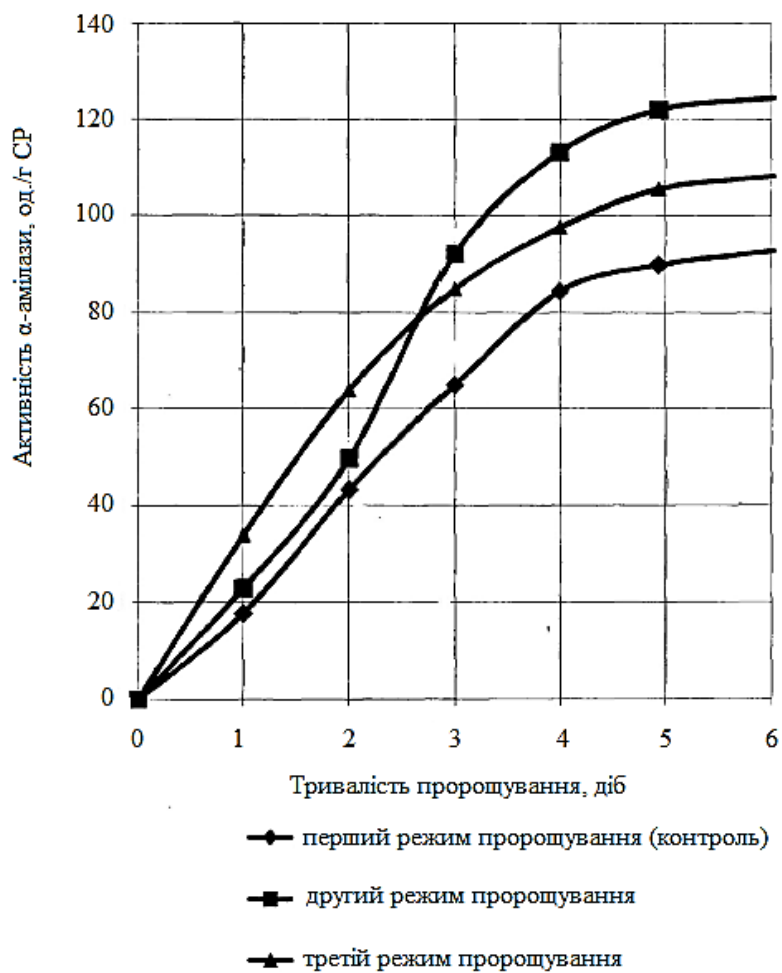


Рисунок 3.4 – Зміна активності α -амілази при пророщуванні

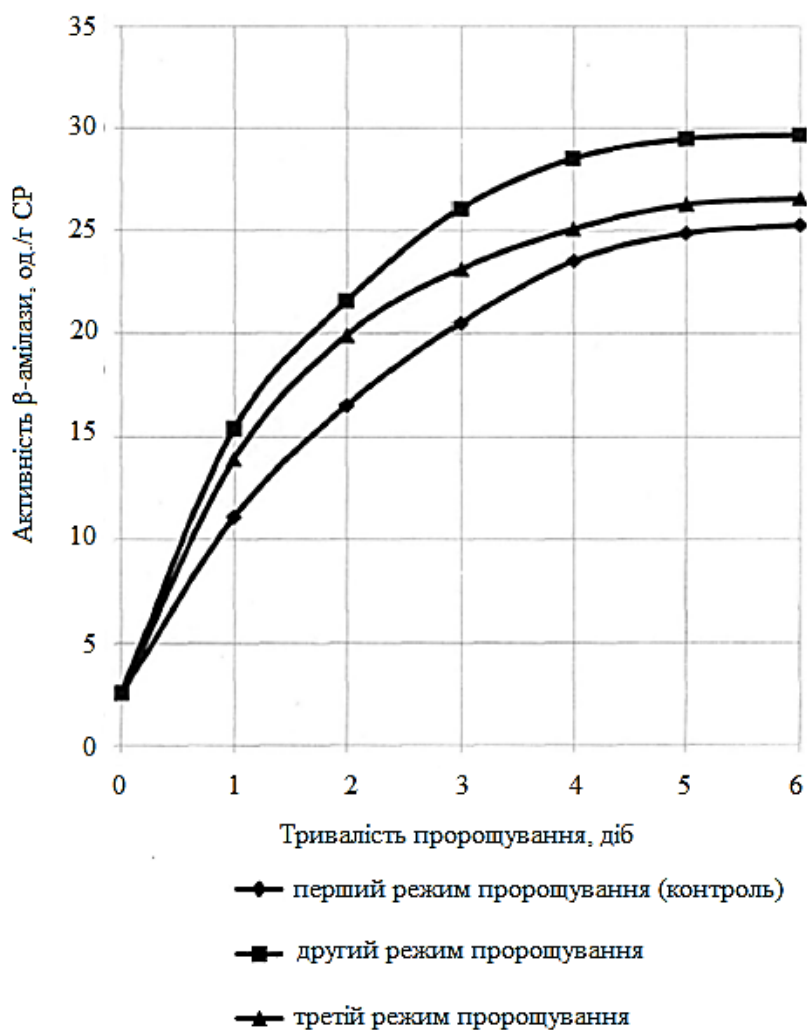


Рисунок 3.5 – Зміна активності β -амілази при пророщуванні

Таким чином, зі збільшенням температури в процесі солодощення протеолітичні ферменти більш ефективно розкладають білкові речовини зерна, що призводить до більшого виділення β -амілази.

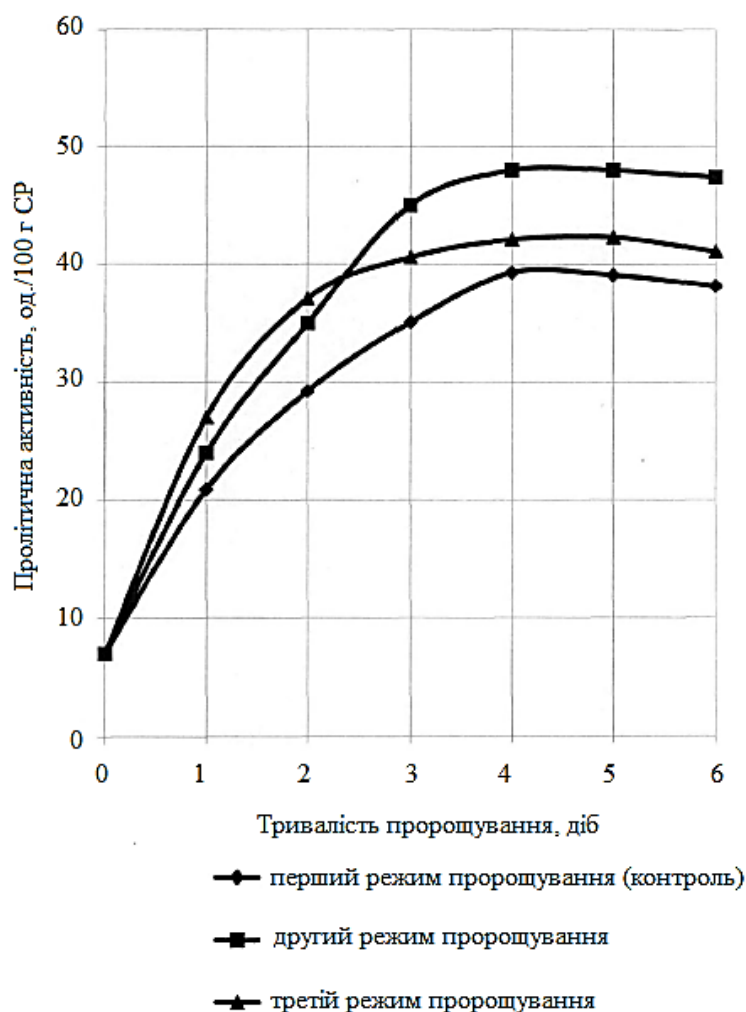


Рисунок 3.6 – Зміна протеолітичної активності при пророщуванні

Для проведення досліджень з вивченням процесу солодоращення, було використано зразок жита сорту Тальві 100, який був пророщений в лабораторних умовах за кожним з наведених режимів. Дослідження динаміки накопичення амілолітичних і протеолітичних ферментів в процесі солодоращення за трьома різними режимами показало, що активність ферментів у зерні жита сорту Тальві 100 досягає своїх максимальних значень за короткий час при застосуванні другого режиму пророщування солоду.

3.4 Отримання неферментованого солоду

Для збереження активності гідролітичних ферментів, накопичених під час пророщування, важливо приготувати неферментований солод. Максимальна

активність гідролітичних ферментів у солоді, отриманому за різними режимами пророщування, досягається на п'ятій добі пророщування, і подальший приріст активності є незначним. Тому, процес сушіння слід розпочинати саме з п'ятої доби солододорощення. Під час сушіння свіжепророщеного солоду відбуваються значні фізіологічні, біохімічні і хімічні зміни, які залежать від швидкості видалення вологи, температури сушильного агента, його вологості і умов сушіння.

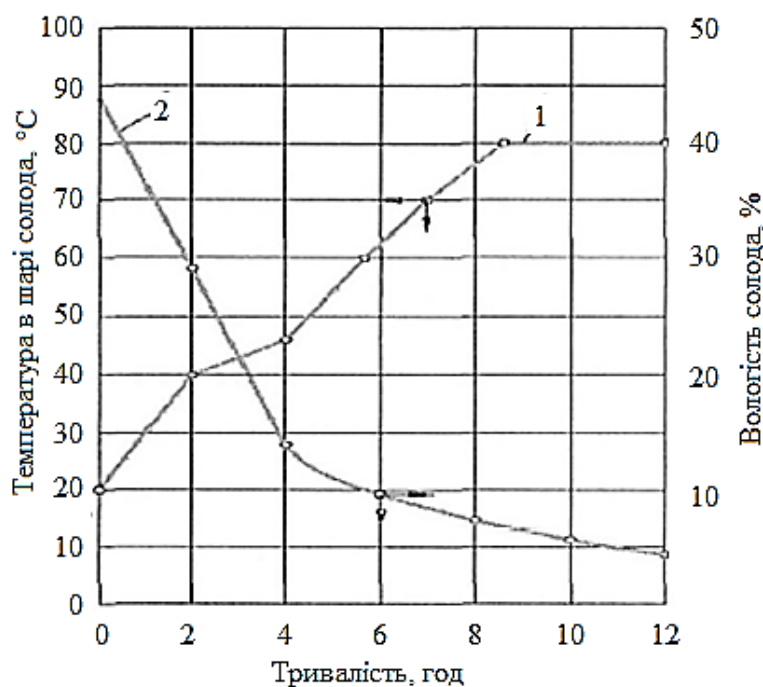


Рисунок 3.7 – Діаграма сушіння свіжепророщеного тритікалевого солоду.

1 – зміна температури шарі солоду, °C; 2 – зміна вологості солоду, %.

Для отримання неферментованого солоду з високою ферментативною активністю було розроблено метод висушування свіжепророщеного солоду з загальним часом сушіння від 12 до 14 годин. Діаграма сушіння свіжепророщеного житнього солоду згідно з запропонованим режимом наведена на рис. 3.7.

Під час сушіння неферментованого солоду відбувається зниження активності α -амілази. Перший період сушіння характеризується певним збільшенням активності α -амілази за обома режимами, оскільки у перші години сушіння створюються сприятливі умови для фізіологічних та ферментативних

процесів у солоді. За запропонованим режимом активність α -амілази перевищує цей показник у зразку, який сушиться за традиційною технологією, на 4,7 %. В загальному, зниження активності α -амілази становить 43,5 % для першого зразка і 48,0 % для другого зразка від максимального значення. Проте кінцеві значення активності α -амілази значно відрізняються між першим і другим зразками. Кінцева активність α -амілази першого зразка перевищує активність другого зразка в 1,32 рази.

Поведінка β -амілази подібна, але варто відмітити, що інактивація β -амілаз відбувається швидше і при більш низьких температурах порівняно з α -амілазами, які є більш термостабільними. В цілому, зниження β -амілазної активності складає 56,9 % для першого зразка і 74,5 % для другого зразка (від максимальних значень 32,45 і 31,12 одиниць відповідно).

В усіх досліджуваних зразках спостерігається рівномірне зменшення протеолітичної активності протягом всього процесу сушіння. Конкретні показники зменшення протеолітичної активності для першого зразка складають 24,9%, а для другого - 37,9%.

Отримані результати щодо поведінки гідролітичних ферментів під час приготування неферментованого солоду з жита за запропонованим режимом відповідають встановленим стандартам

Фізико-хімічні показники якості були визначені для солоду з жита після його відлежування протягом 2 тижнів після сушіння. Таблиця 3.4 містить ці показники, які дають уявлення про якість отриманих солодів.

Проведений аналіз даних таблиці свідчить про високу якість солоду, отриманого за запропонованим методом, що повністю відповідає вимогам ДСТУ 52061–2003 на "Солод житній". Крім того, спостерігаються високі органолептичні показники, які відповідають цьому типу солоду.

Таблиця 3.4 – Якісні показники неферментованого солоду з жита, отриманого за різних режимів солодорушення

Показники якості	Жито Гальві 100	
	Зразок 1 (дослід)	Зразок 2 (контроль)
Фізико-хімічні:		
Масова частка вологи, %	5,8 – 6,7	6,3 – 6,8
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, %:		
при холодному екстрагуванні	79,6 – 82,2	78,5 – 81,8
Тривалість оцукрювання, хв. не більше	18	22
Кислотність, к.од.	11,3 – 15,4	11,8 – 16,6
Кольоровість, ц.ед,	2,3 – 4,3	3,5 – 4,2
Органолептичні:		
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса	
Колір	Світло-жовтий	Світло-жовтий з сіруватим відтінком
Запах	Властивий даному типу солоду	
Смак	солодкуватий	

Отже, запропонований технологічний режим приготування неферментованого солоду з жита дозволяє скоротити тривалість процесу сушіння з 30 – 36 годин до 12 – 14 годин і сприяє покращенню якості готового солоду.

Висновки до розділу

Аналіз даних таблиці довів, що солод, отриманий з досліджуваного зразка жита, відповідають вимогам стандарту ДСТУ 52061-2003 і не тільки не поступаються, але за деякими показниками навіть перевищують солод тритікале [25].

Таким чином, дослідження активності амілолітичних та протеолітичних ферментів при виготовленні солоду з жита, а також їх аналіз, свідчить про можливість використання сорту Тальві 100 як сировини для цього процесу.

Жито сорту Тальві 100 було пророщене в лабораторних умовах за кожним з наведених режимів. Ми вивчали динаміку накопичення амілолітичних і протеолітичних ферментів під час солодоращення за трьома різними режимами. Виявлено, що активність ферментів у зерні жита Тальві 100 досягає максимальних значень і протягом коротшого часу при пророщуванні солоду за другим режимом.

Отже, запропонований технологічний режим приготування неферментованого солоду з жита приводить до скорочення часу сушіння з 30 – 36 годин до 12 – 14 годин, що сприяє покращенню якості готового солоду.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розробка картки безпеки праці

При розробці картки безпеки праці оператора відділення з виробництва солоду, нами було враховано основні вимоги безпеки праці під час виконання даної операції.


<p>1. Загальна інформація Посада: оператор відділення виробництва солоду Тривалість робочого часу: 2 зміни. 7:00-18:30, 19:00-06:30 Проходження медогляду: 1 раз на рік Проходження вторинного інструктажу з ОП – 1 раз на 6 міс. Термін дії картки: 08.06.2028 року.</p>	<p>2. Забезпечення одягом та ЗІЗ Головний убір – 1 раз на рік Черевики шкіряні на жаростійкій підшві – 1 раз на 6 міс. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 міс. Рукавиці трикотажні – до зносу Респіратор– до зносу Навушники протишумові– до зносу Захисні окуляри– до зносу</p>
<p>3. Вимоги перед початком роботи Робітник повинен оглянути і надіти спецодяг. Робітник повинен підготувати робочу зону для безпечної роботи Про виявлені при огляді порушення і недоліки доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати.</p>	<p>4. Вимоги під час роботи Робітник зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, по якій пройшов навчання і до якої допущений. Забороняється доручати свою роботу ненавченим і стороннім особам. Робітник повинен застосовувати необхідні для безпечної роботи справне устаткування, інструмент, пристосування.</p>
<p>5. Вимоги охорони праці при закінченні роботи Після закінчення роботи привести в порядок робоче місце, інструменти, пристосування прибрати у відведене місце. Зняти і здати на збереження спецодяг та інші засоби захисту. Виконати правила особистої гігієни. Повідомити керівнику і змінника про всі порушення і зауваження, виявлених в процесі роботи.</p>	<p>6. Вимоги охорони праці в надзвичайних ситуаціях При виникненні ситуацій, які можуть привести до аварії і нещасних випадків, слід негайно: - припинити всі роботи; - відключити використовуване обладнання; - доповісти керівнику робіт. При отриманні травми, отруєння або раптового захворюванні потерпілому повинна бути надана перша (долікарська) допомога</p>
Контакти служб екстреної допомоги	
<p>Внутрішні службові номери: 1. Майстер екстрагувального відділення 371-12-02 2. Служба охорони праці: 371-01-01 – головний інженер 371-01-02 – медичний кабінет</p>	

Рисунок 4.1 – Картка безпеки праці оператора відділення з виробництва солоду

4.2 Безпека праці у разі виникнення пожежі на виробництві

Правила пожежної безпеки на робочому місці містять детальні інструкції щодо запобігання пожежним ситуаціям, а також конкретні дії для кожного працівника, відповідального за пожежну безпеку.

Однак основні кроки, які необхідно зробити у випадку пожежі, завжди однакові. По-перше, необхідно повідомити про пожежу в пожежну охорону по

телефону. Потім про надзвичайну ситуацію інформують пожежну команду компанії. Після цього необхідно активувати системи пожежної безпеки та пожежогасіння, якщо вони не автоматичні.

Працівники, які не беруть участь у зупинці виробництва та гасінні пожежі, повинні покинути зону пожежі. Працівники, залучені до гасіння пожежі, повинні мати необхідні посадові інструкції, виконувати конкретні дії відповідно до них і нести відповідальність за дії своїх підлеглих.

Тільки після цього можна приступати до гасіння пожежі. Необхідно суворо дотримуватися всіх правил і запобіжних заходів, щоб запобігти подальшій втраті майна, пошкодженню майна компанії і нанесенню шкоди здоров'ю осіб, які беруть участь у гасінні пожежі. Після прибуття пожежної бригади всі співробітники повинні покинути небезпечну зону.

Для забезпечення пожежної безпеки кожна компанія повинна мати необхідне обладнання на випадок пожежі, включаючи вогнегасники, пожежні крани на території, пожежні рукави, пожежні гідранти на території компанії та інше обладнання.

Висновки до розділу

Розроблено карту безпеки праці оператора відділення з виробництва солоду, а також було визначено ряд запобіжних заходів виникнення пожежі та вказано послідовність дій обслуговуючого персоналу у разі її виникнення.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Кошторис витрат використовується для визначення витрат, пов'язаних з проведенням дослідження. Він включає в себе різні складові, такі як витрати на матеріали, електроенергію, заробітну плату, амортизацію та накладні витрати.

Розрахунок витрат на основні та побічні матеріали здійснюється за допомогою формули:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де m_1 – кількість витраченого і-го матеріалу;

C_1 – – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.

У таблиці 5.1 представлені результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Зерно жита, кг	20	5,50	110,00
Всього			110,00

В табличному форматі 5.2 наведено результати розрахунку заробітної плати для учасників досліджень, яка визначається шляхом помноження середньочасової заробітної плати працівника на загальну кількість витраченого часу.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування на заробітну плату становлять 22% від загальної суми заробітної плати, що підлягає єдиному податку:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.2)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – час роботи на установці, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Затрати енергії на роботу установки для пророщування та сушки зерна складають:

$$E_{\text{прор.зерна}} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 1,68 = 159,67 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на ПК:

$$E_{\text{п.к.}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 1,68 = 272,16 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{прор.зерна}} + E_{\text{п.к.}} = 159,67 + 272,16 = 431,83 \text{ грн.}$$

За допомогою формули 6.7 визначаємо витрати на амортизацію обладнання, яке використовується під час проведення досліджень:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

У таблиці 5.3 наведено результати розрахунків витрат на амортизацію.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Установка для пророщування та сушки зерна	4000,00	15	6	9,86
Персональний комп'ютер	9800,5	24	25	161,10
Всього				170,96

Накладні витрати, пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом, включають витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Витрати, пов'язані з обслуговуванням установки, становлять 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження:

$$\frac{741,00 \cdot 80}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	110,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	431,83
Амортизація	170,96
Накладні витрати	592,80
Всього	3499,61

Згідно проведеного аналізу, заробітна плата та накладні витрати є найбільш значущими витратами, займаючи провідні позиції у списку.

5.2 Розрахунок вартості дослідження

Оскільки науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, її вартість була визначена на основі витрат на проведення досліджень та рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 3499,61 + \frac{30 \cdot 3499,61}{100} = 4549,49 \text{ грн.}$$

Сума витрат, затрачених на проведення досліджень, складає 4549,49 грн.

Висновки до розділу

Найбільш значущими статтями витрат під час проведення дослідження є заробітна плата та накладні витрати, які складають відповідно 741,00 грн та

592,80 грн. Враховуючи 30% нормативну рентабельність, загальна вартість проведеного дослідження становить 4549,49 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження фізико-хімічних показників якості та біохімічних характеристик зерна жита і тритікале показало, що зерно жита може бути використане як вихідна сировина для виробництва ферментованого і неферментованого солодів..

Було розроблено оптимальний режим солодоращення зерна жита, який включає підвищення температури з 14 – 16 °С до 18 – 20 °С і збільшення вологості з 42 – 43 % до 53 – 56 % протягом усього процесу пророщування. Цей режим сприяє максимальному накопиченню активності амілаз і протеаз протягом чотирьох днів рощення.

Отриманий з досліджуваного зразка жита, відповідають вимогам стандарту ДСТУ 52061-2003 і не тільки не поступаються, але за деякими показниками навіть перевищують солод тритікале.

Дослідження активності амілолітичних та протеолітичних ферментів при виготовленні солоду з жита, а також їх аналіз, свідчить про можливість використання сорту Тальві 100 як сировини для цього процесу.

Жито сорту Тальві 100 було пророщене в лабораторних умовах за кожним з наведених режимів. Ми вивчали динаміку накопичення амілолітичних і протеолітичних ферментів під час солодоращення за трьома різними режимами. Виявлено, що активність ферментів у зерні жита Тальві 100 досягає максимальних значень і протягом коротшого часу при пророщуванні солоду за другим режимом.

Отже, запропонований технологічний режим приготування неферментованого солоду з жита приводить до скорочення часу сушіння з 30 – 36 годин до 12 – 14 годин, що сприяє покращенню якості готового солоду.

Розроблено карту безпеки праці оператора відділення з виробництва солоду, а також було визначено ряд запобіжних заходів виникнення пожежі та вказано послідовність дій обслуговуючого персоналу у разі її виникнення.

Найбільш значущими статтями витрат під час проведення дослідження є заробітна плата та накладні витрати, які складають відповідно 741,00 грн та 592,80 грн. Враховуючи 30% нормативну рентабельність, загальна вартість проведеного дослідження становить 4549,49 грн.

Виявлено, що найбільші статті витрат під час проведення дослідження - це заробітна плата і накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн відповідно. Загалом, з урахуванням нормативної рентабельності на рівні 30%, вартість проведеного дослідження становить 4549,49 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Пивоваріння. Терміни та визначення понять. — На заміну ДСТУ 3139-95; Чинний від 2015-11-01. — Київ: УкрНДНЦ, 2015. — III, 27 с. — (Національний стандарт України). — Бібліогр.: 26 с.

2. Технологія виробництва пива: навч. посібник для студ. спец. 27.04 «Технологія бродильних виробництв і виноробство» / П. В. Колотуша; Український держ. ун-т харчових технологій. — К. : [б.в.], 1995. — 228 с.
3. Технологія пива: навч. посібник для студ. усіх форм навч. напряму «Харчова технологія та інженерія» / Л. А. Данилова, П. О. Некрасов ; Національний технічний ун-т «Харківський політехнічний ін-т». — Х. : НТУ «ХПІ», 2006. — 224 с.: рис., табл. — Бібліогр.: 197 с.
4. Технологія солоду та пива: підручник для студ. вищих закл. освіти, що навч. за спец. «Технологія бродильних виробництв і виноробства» / В. А. Домарецький. — К. : Урожай, 1999. — 542 с.: рис.
5. Хміль та пиво в Україні з давнини до сьогодні / М. Ю. Костриця, Й. Г. Рейтман; ред. Й. Г. Рейтман; Ін-т сіл. госп-ва Полісся. — Житомир: [б.в.], 1997. — 238 с.
6. <https://khemelpyvo.com/vyrobnytstvo/>
7. <https://www.ua-region.com.ua/kved/11.06>
8. https://obolon.ua/ua/production/brewers_malt
9. Валуйко Г.Г. Технологія вина: підруч. [для студентів вищих навчальних закладів] / Валуйко Г.Г., Домарецький В.А., Загоруйко В.О. К.: Центр навч. Л-ри, 2003. 592 с.
10. Валуйко Г.Г. Технологія виноградних вин. Симферополь, 2001. 613 с.
11. Гержикова В.Г. Технохимический контроль в виноделии / В.Г. Гержикова. Симферополь: «Таврида», 2001. 624 с.
11. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солододорощення: монографія // О.А. Півоваров, О.С. Ковальова. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.
12. Pivovarov O., Kovaliova O. Features of grain germination with the use of aqueous solutions of fruit acids // Food Science and Technology. 2019. Volume 13 Issue 1. P.83-89. DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v13i1.1334>
13. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions // Food science and

technology. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121 DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799>.

14. Hartel, R. W. Ice crystallization during the manufacture of ice cream / R. W. Hartel // Trends in Food Science & Technology. – 1996. – № 7. – P. 315–321.

15. Clarke C. The Science of Ice Cream / C. Clarke // The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK. – 2004. – P. 13-59.

16. Thomas E. L. Structure and properties of ice cream emulsions / Thomas E. L. // Food Technol. – 1981. – P. 35–41.

17. Arbuckle W. S. Ice Cream / Arbuckle W. S. (Fourth edition). Westport Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc., 1986. – 483 p.

18. Goff H. D. Changing the ice in ice cream / H. D. Goff, A. Regand, B. Tharp // Dairy Industry International. – 2002. – Vol. 67, № 1. – P. 30–32.

19. The structure of ice cream / Berger K. G., Bullimore B. K., White G. W. [et al.] // Dairy Ind. – 1972. Aug. – P. 419–424, – 1997. Sept. – P. 493–497

20. Turan S. Interaction of Fat and Air in Ice Cream / S. Turan, M. Kirkland, P. A. Trusty // Dairy Industry International. – 1999. – Vol. 64, № 1. – P. 27–31.

21. Koxholt M. M. R. Effect of the Fat Globule Sizes on the Meltdown of Ice Cream / M. M. R. Koxholt, B. Eisenmann, J. Hinrichs // Journal of Dairy Science. – 2001. – Vol. 84, № 1. – P. 31–37.

22. Patel M. R. Increasing The Protein Content of Ice Cream / M. R. Patel, R. J. Baer, M. R. Acharya // Journal of Dairy Science. – 2006. – Vol. 89, № 5. – P. 1400–1406.

23. Flores A. A. Recrystallization in ice cream after constant and cycling temperature storage conditions as affected by stabilizers / A. A. Flores, H. D. Goff. J. Dairy Sci. – 1999. – № 82. – P. 1408–1415.

24. Hartel R. W. Mechanisms and kinetics of recrystallization in ice cream / R. W. Hartel // Properties of Waters in Foods : ISOPOW 6 ; Reid, D. S., Ed., Blackie Academic & Professional : New York, – 1998. – P. 287–319.

25. Bayardo Karla. Effects of Stabilizers and Processing on the Microstructure and Stability of a Model of Ice Cream: A Thesis for the degree of Master of Science / Bayardo Karla – Canada: Guelph , 2001. – 175 p.

26. Protein-polysaccharide interactions / J. L. Doublier, C. Garnier, D. Renand,, C. Sanchez // Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 2000. – № 5. – P. 202–214.

27. Goff H. D. Hydrocolloid applications in frozen foods: an end-users viewpoint / H. D. Goff, P. A Williams // Gums and Stabilizers for the Food Industry. Ed.; Royal Society of Chemistry: Dorset, UK. – 2006. – № 13. – P. 403–412.

28. Dickinson E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems / E. Dickinson // Food Hydrocolloids. – 2003. – №17. – P. 23– 39.

29. Eisner M. D. Air cell microstructure in high viscous ice cream matrix / M. D. Eisner, H. Wildmoser, E. J. Windhab // Colloids and Surfaces & Physicochemical and Engineering Aspects. – 2005. – P. 263, 390–399.