

**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 «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології отримання рисового
солоду**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-1-21
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Катерина ГУСАКОВА

Керівник: _____ Олена КОВАЛЬОВА

Рецензент: _____ Станіслав МИРОШНИЧЕНКО

Дніпро 2022

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
технології зберігання і переробки
сільськогосподарської продукції,
кандидат технічних наук, доцент



Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

«18» жовтня 2022 р.

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







Гусаковій Катерини Андріївни

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології отримання рисового солоду».
Керівник роботи: Ковальова Олена Сергіївна, кандидатка технічних наук,
затверджені наказом закладу вищої освіти від «18» жовтня 2022 року
№ 3009.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 06 грудня 2022 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва рисового солоду з
обробкою зерна рису ІЧ-опроміненням та активованою водою. 2. Наукова,
нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Матеріали та методи досліджень. 3
Результати досліджень та їх обговорення. 4 Розробка технологічної схеми
виробництва рисового солоду та рецептури з його використанням. 5 Охорона
праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина.
Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Огляд літературних джерел. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Результати досліджень. 4 Розробка технологічної схеми виробництва рисового солоду та рецептури з його використанням. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцентка КОВАЛЬОВА Олена	 18.10.2022	 06.12.2022
5	доцент ДЕРКАЧ Олексій	 18.10.2022	 06.12.2022
6	доцентка ПАВЛЕНКО Олена	 18.10.2022	 06.12.2022

7. Дата видачі завдання 18 жовтня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	18.10-19.10.22	виконано
2	Огляд літератури	20.10-27.10.22	виконано
3	Матеріали та методи досліджень	28.10-07.11.22	виконано
4	Результати досліджень та їх обговорення	08.11-17.11.22	виконано
5	Розробка технологічної схеми виробництва рисового солоду та рецептури з його використанням	18.11-22.11.22	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	23.11-27.11.22	виконано
7	Організаційно-економічна частина	28.11-30.11.22	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	01.12-02.12.22	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	05.12.2022	виконано

Здобувачка вищої освіти


(підпис)

Катерина ГУСАКОВА

Керівник роботи


(підпис)

Олена КОВАЛЬОВА

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи, виконана згідно всіх вимог до кваліфікаційних робіт і містить: 67 сторінок друкованого тексту, 15 рисунків та ілюстрацій, 14 таблиць та використано 53 літературних джерела.

Метою кваліфікаційної роботи є створення технології рисового солоду, що відповідає за своїми фізико-хімічними показниками ячному солоду.

Об'єкт дослідження – зерно рису сорту «Жасмін», що придатне для виробництва солоду.

Предмет дослідження – взаємозв'язок параметрів ІЧ-випромінювання та показників активованої води на фізико-хімічні показники та показник якості отриманого солоду.

Створення технології рисового солоду з підвищеною ферментативною активністю є актуальним завданням практично для всіх країн де розвинена галузь вирощування рису і не тільки, запропоновані рішення дозволять збільшити частку використання цієї культури у виробництві напоїв зброджування, зокрема пива, що в свою чергу призведе до розширення асортименту та зниження собівартості продукції.

Ключові слова: РИС, ІЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯ, СОЛОД, ВИРОБНИЦТВО, АКТИВОВАНА ВОДА, ТЕХНОЛОГІЯ, СУШІННЯ, ПРОРОСТАННЯ, СОЛОДОРОЩЕННЯ, ФЕРМЕНТИ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Характеристика рису	8
1.2 Хімічний склад зерна рису	10
1.3 Чинники, що впливають на проростання рису	15
1.4 Способи інтенсифікації технології солодощення з зерна рису	17
1.4.1 Фізичні методи дії	17
1.4.2 Фізичні аспекти обробки ІЧ-випромінювання	18
1.4.3 Застосування активованої води у харчовій промисловості	19
Висновки до розділу	20
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	21
2.1 Характеристика об'єкта дослідження	21
2.2 Методи дослідження	21
2.2.1 Визначення редукуючих цукрів	22
2.2.2 Визначення амілолітичної здатності солоду	23
2.2.3 Визначення протеолітичної активності методом Ансона	23
Висновки до розділу	23
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	24
3.1 Характеристика рису	24
3.2 Вплив фізичних впливів на проростання зерна рису	31
3.2.1 Вплив ІЧ-опромінення на проростання зерна рису	31
3.2.2 Вплив ІЧ-випромінювання на процес замочування	37
3.2.3 Вплив ІЧ-випромінювання на фізико-хімічні показники готового солоду	37
3.3 Дослідження впливу електрохімічно активованої води на процес замочування та фізіологічну активність зерна рису	39
3.3.1 Вплив електрохімічно активованої води на здатність проростання рису	39

3.3.2 Вплив активованої води на фізіологічні та фізико-хімічні показники зерна рису	42
3.3.3 Вплив активованої води на процес замочування зерна рису	43
Висновки до розділу	45
4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА РИСОВОГО СОЛОДУ ТА РЕЦЕПТУРИ З ЙОГО ВИКОРИСТАННЯМ	46
Висновки до розділу	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	49
5.1 Організація охорони праці в ТОВ «Горизонт»	49
5.2 Аналіз стану охорони праці в ТОВ «Горизонт»	49
5.3 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань	52
5.4 Розрахунок системи штучного освітлення приміщення ВТЛ	53
Висновки до розділу	56
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	57
6.1 Організація проведення дослідження	57
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	58
6.3 Розрахунок ціни дослідження	61
Висновки до розділу	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
БІБЛІОГРАФІЯ	64

ВСТУП

Традиційно рис застосовується у пивоварінні у якості несоложеної сировини,

але її використання понад 20 % потребує додаткового внесення ферментних препаратів. Відомі спроби використовувати рис для виробництва солоду, але ця технологія не знайшла широкого застосування через низьку ферментативну активність одержуваного продукту.

Створення технології рисового солоду з підвищеною ферментативною активністю є актуальним завданням практично для всіх країн де розвинена галузь вирощування рису і не тільки, запропоновані рішення дозволять збільшити частку використання цієї культури у виробництві напоїв зброджування, зокрема пива, що в свою чергу призведе до розширення асортименту та зниження собівартості продукції.

Враховуючи вищевикладене, метою даної кваліфікаційної роботи є створення технології рисового солоду, що відповідає за своїми фізико-хімічними показниками ячному солоду.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- запропонувати технологічне рішення щодо отримання рисового солоду;
- розробити спосіб замочування зерна рису;
- розробити спосіб впливу на зерно рису, що дозволяє активувати ферментні системи;
- дослідити вплив ІЧ-випромінювання та активованої води на фізико-хімічні та показники якості отриманого рисового солоду;
- дослідити стан ОП в ТОВ «Горизонт»;
- розрахувати вартість досліджень.

Об'єкт дослідження – зерно рису сорту «Жасмін», що придатне для виробництва солоду.

Предмет дослідження – взаємозв'язок параметрів ІЧ-випромінювання та показників активованої води на фізико-хімічні показники та показник якості отриманого солоду.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Характеристика рису

За обсягом виробництва рис є найважливішою у світі продовольчою культурою після пшениці. Для більшості населення східних країн (Японія, Індія, В'єтнам та ін.) рис є основним продуктом харчування, замінюючи пшеничний та житній хліб [6]

Рис звичайний поділяється на дві гілки: індійську – *proles indica* і японську – *proles japonica*. До індійської гілки відносяться сорти, що мають довгі і тонкі зернівки, у яких довжина в три і більше разів перевищує ширину, до японського сорту з короткими, товстими зернівками з відношенням довжини до ширини від 1,4 до 2,9. Обидві гілки містять форми з клейким (глютинозним) зерном, що є найпоширенішими формами [21].

Зерно рису складається з зернівки та покривних плівок або лушпиння. У зернівки рису розрізняються дорсальну (спинну), бічну та вентральну (черевну) сторону. На поверхні зернівки є ребра (складки). На відміну від інших злакових культур, зернівка рису не має поздовжньої борозенки [23].

Форма та розмір зернівки рису різноманітні. Існують форми, що мають округлі, овальні, прямі, викривлені зернівки. Розмір зернівки за довжиною від 4 мм до 10 мм і більше, і за шириною від 1,2 мм до 3,5 мм. Забарвлення зернівок буває від сріблясто-білого до темно-коричневого, і навіть чорного. Колір зернівки обумовлений забарвленням плодової оболонки, що складається з кількох шарів.

Сорти рису розрізняються за товщиною алейронових шарів та за розподілом твердості в ендоспермі. У сортів із більш коротким зерном клітинних шарів буває більше, ніж у сортів із тонким та довгим зерном. Твердість сортів індійської гілки зазвичай менша 1,0, а у сортів японського типу твердість перевищує 1,0. М'якозерні сорти рису містять більше вологи, ніж твердозерні. Крім того, вологість м'якозерного рису швидше змінюється при коливаннях відносної вологості повітря. Під плодовою оболонкою знаходиться насіннева оболонка, що складається з кутину. У деяких різновидів рису насіння містить червоно-коричневі пігменти [39].

Ендосперм і зародок оточені алейроновим шаром, розташованим під

насінною оболонкою. Алейроновий шар складається з квадратних або прямокутних паренхімних клітин із тонкими стінками і може налічувати до семи шарів клітин. Якщо дозрівання рису відбувається при високій температурі, число шарів алейронового шару збільшується, але тільки на дорсальній стороні зернівки, де він завжди товстіший, ніж на бічній і вентральній стороні. Зародок розташований на вентральній стороні зернівки та становить від 1,5 – 3,5 % її маси. Він складається із зародкових листочків (почки) та зародкового кореня (первинного корінця), з'єднаних дуже коротким стеблом (гіпокотилем) [41].

Почка укладена в циліндричний захисний чохол, а корінець оточений кореневою піхвою з м'якої тканини (колеориза). Щиток є єдиною сім'ядолею зародка. Внутрішньою стороною щиток прилягає до ендосперму, а зовнішньою стороною охоплює почку та корінець. Щиток складається із багатокутних паренхімних клітин. Під час проростання зародка через ці клітини поживні речовини надходять із ендосперму до зародка. Паренхімні клітини почки та корінця, а також їх епітеліальні клітини заповнені найдрібнішими частинками білка та жировими кульками [22].

Крохмалистий ендосперм складається з тонкостінних паренхімних клітин, які зазвичай витягнуті радіально, щільно заповнені зернами крохмалю і містять кілька білкових тілець. Оболонка клітин ендосперму складається з білка, геміцелюлози та целюлози.

Зразки з високим вмістом білка відрізняються більшою напівпрозорістю і більш інтенсивним жовтуватим забарвленням зерна, ніж зразки того ж типу зі звичайним вмістом білка.

Консистенція ендосперму рису є важливою ознакою якості зерна, його технологічних та споживчих властивостей. Вона може бути склоподібною, напівсклоподібною та борошнистою. На відміну від інших злаків склоподібність рису не пов'язана із вмістом у ньому білка. У деяких сортів ендосперм склоподібного рису містить навіть менше білка, ніж у борошнистого. Борошнистість ендосперму пояснюється особливостями будови та пухким розташуванням зерна крохмалю та білкових тілець. Одним із недоліків зерна рису

є поява в ньому тріщин [3].

Тріщинуватість зерна збільшує вихід дробленого рису і знижує насіннєві якості зерна. На думку Дудченка та Кривенка та інших авторів, утворення тріщин у зернівку рису є результатом механічного впливу при нерівномірному розподілі вологи в ендоспермі. Зовнішні шари ендосперму містять менше вологи, ніж центральні, тому під дією зовнішніх температурних умов вони піддаються стиску більшою мірою, ніж у центральні [39].

Зерна рисового крохмалю багатокутні та складні, являють собою багатокутники, величиною від 2 – 10 мкм. Багатогранна форма може бути результатом стискання зерен крохмалю в період розвитку зерна. У периферійних клітинах крохмалистого ендосперму зерна крохмалю дрібні (2 – 4 мкм). Найменше їх у латеральних і вентральних периферійних клітинах, де вони утворюють дрібні грона, чітко розділені оточуючими їх щільною білковою речовиною. У центральній частині зернівки, крохмальні зерна більші (5 – 9 мкм). Є відомості про вміст у зародку найдрібніших крохмальних зерен, причому більші з них перебувають у щитку. До 95 % білка ендосперму знаходиться у формі окремих дрібних (1 – 4 мкм) частинок, званих білковими тільцями. Найбільша кількість білкових тілець сконцентрована в периферії латеральних та дорсальних клітин [5].

Рисова квіткова луска складається з двох пов'язаних частин. Велика частина називається нижньою або зовнішньою квітковою лускою, менша частина – верхньою або внутрішньою. Довгі та тонкі зерна мають зазвичай більшу масу луски, ніж короткі та товсті [4].

1.2 Хімічний склад зерна рису

Хімічний склад рису не постійний і змінюється залежно від сорту, району проростання та ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Зміна хімічного складу зерна пов'язана зі зміною маси та співвідношення його анатомічних частин. Так маса зародка коливається від 2 – 3 %, квіткових плівок – від 18 – 28 %. Хімічні компоненти в зерні розподіляються нерівномірно: в алейроновому шарі клітини

багаті жиром і фітіном, в субалейроновому більше білкових речовин, а в центральній частині зернівки переважає переважно крохмаль [11].

Вуглеводи зерна рису представлені простими вуглеводами в основному сахарозою і глюкозою і складними вуглеводами – крохмалем, клітковиною і геміцелюлозами. У рисі крохмалю більше, ніж в інших злаках і становить від 75 % до 85 % абсолютно сухої речовини. Крохмальні зерна рису багатогранні, дрібні, їх розмір коливається від 2 до 10 мкм, вони важко гідролізуються амілазами [23].

У рисі крохмаль знаходиться у вигляді складних зерен. Вміст амілози та амілопектину в рисовому крохмалі залежить від сортових особливостей, від місця вирощування сорту та не залежить від величини та форми зерна. Було встановлено, що у довгозерних сортах переважає амілоза, а сорти воскоподібного (глютинозного) рису містять переважно амілопектин. У ранніх роботах було знайдено, що вміст амілози в крохмалі рису коливається від 62 – 67 % і амілопектину від 33 – 38 %, у пізніших роботах – кількість амілози коливається від 25 – 30 % і амілопектину – від 70 – 75 %. Чим вищий вміст амілози, тим більше води поглинають крохмальні зерна [6].

Температура клейстеризації крохмалю рису залежить від сорту та умов вирощування і коливається від 65 до 80 °С [27]. Крохмаль більшості сортів японської гілки має низьку температуру клейстеризації (69 °С і нижче), тропічний рис – низьку або проміжну (70 – 74 °С), а висока температура клейстеризації (вище 74 °С) відзначена у сортів індійської гілки. Поглинання води та розчинення крохмалів з низькими температурами клейстеризації починаються за нижчої температури. При зберіганні рису обсяг крохмальних зерен не змінюється, але крохмаль стає міцнішим.

Клітинні стінки клітин оболонки містять більшу кількість геміцелюлоз (до 30 %). Склад препаратів клітинних стінок ендосперму з різних зерен злаків представлений у табл. 1.1 [8].

Таблиця 1.1 – Склад препаратів клітинних стінок ендосперму різних злакових культур

Рослина	Наявні основні полімери, %
---------	----------------------------

	Пектин	Арабіно- ксилан	1,3; 1,4 глюкан	Глюкоза	Целюлоза	Білок
Пшениця	-	70	20	3	4	5
Ячмінь	-	20	72	2	2	5
Жито	-	65	-	-	20	8
Рис	-	40	Сліди	-	48	3

Арабіноксилан рису містить значну кількість глюкуронової кислоти.

На відміну від інших злаків, клітинні стінки рису ендосперму містять значну кількість білка, глюкомананів, целюлози (25 – 30 %) і багаті оксипроліном. У деяких різновидів рису в стінках ендосперму знайдені манозовмісні структури (до 15 %) невідомої будови [12].

Моносахариди рису зосереджені в зародку, і їх вміст впливає на консистенцію ендосперму зернівки. У рисі найбільше міститься сахарози, але в борошнистих зернівках її вміст нижчий, ніж у склоподібних зернівках. У міру збільшення борошнистості вміст сахарози знижується. Кількість глюкози та фруктози також залежить від ступеня борошнистості зернівок, але ця залежність зворотна. Загальна сума цукрів лущеного рису коливається від 0,42 до 1,16 %, з яких 0,09 – 0,13 % становлять редукуючі цукри. Редукуючі цукри майже цілком являють собою глюкозу (фруктоза у вигляді слідів) [40].

Вміст та склад вуглеводів зерна рису та ячменю приведений в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Вміст та склад вуглеводів у зерні рису та ячменю

Показник	Ячмінь	Рис
Моносахариди		

Галактоза	0,02	-
Глюкоза	0,20	0,08
Ксилоза	0,38	-
Фруктоза	Сліди	0,08
Ді-, три-, тетре- сахариди		
Рафіноза	0,22	0,03
Мальтоза	0,12	0,20
Сахароза	0,51	0,46
Полісахариди		
Геміцелюлоза	6,70	4,10
Целюлоза	4,30	9,00
Крохмаль	48,10	55,20
Пектін	2,00	1,00

Азотисті речовини рису представлені низькомолекулярними сполуками – амінокислоти та їх амід, глутатіон та ін, і високомолекулярними – простими та складними білками. На долю низькомолекулярних сполук припадає близько 3 % від загального вмісту азотистих речовин. Вміст білка в рисі коливається від 84 до 21,8 % на суху речовину [22].

Таблиця 1.2 – Фракційний склад білку у зерні рису та ячменю

Фракція білка	Рис	Ячмінь
Альбуміни	5,84	2,80
Глобуліни	9,17	18,10
Проламіни	14,17	37,20
Глютеліни	70,90	41,90

Амінокислотний склад білків у зерні рису приведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Амінокислотний склад білків зерна рису

Амінокислота	Ячмінь	Рис	Амінокислота	Ячмінь	Рис
Незамінні	3233	2572	Замінні	6778	4550

Валін	534	450	Аланін	427	390
Ізолейцин	385	283	Аргінін	471	600
Лейцин	739	689	Аспаргінова кислота	586	640
Лізін	370	290	Гістидин	220	190
Метіонін	180	150	Гліцин	410	345
Треонін	350	260	Глютамінова кислота	2579	1280
Триптофан	120	90	Проламін	1180	360
Фенілаланін	555	410	Серін	430	315
			Тирозін	360	290
			Цистін	215	140

Для білка рису характерний високий вміст усіх незамінних амінокислот крім лізину. Вміст лізину, тирозину та глютамінової кислоти зростає зі збільшенням загального вмісту білка, тоді як вміст інших вільних амінокислот знижується. Лізін міститься в основному в алейроновому шарі, а глютамінова кислота – в ендоспермі. Для альбумінів і глобулінів рису характерно високий вміст сірки. [18].

У алейроновому шарі значна частина білка міститься в алейронових зернах, що складаються з двох структурних компонентів – фітинового глобоїда і зануреного в нього білкового кристалоїду [23].

В ендоспермі рису присутні переважно проламіни, зосереджені в білкових тільцях. Кількість проламінів та білкових тілець в ендоспермі збільшується зі збільшенням загального вмісту білка в зерні. Встановлено, що білки ендосперму не інертні, а мають цілу низку ферментативних активностей – протеїназної, фосфатазної, амілазної та ліпазної [22].

У зернівках рису, ліпіди представлені жирами, фосфоліпідами та восками, містяться в кількості 2,8 – 3,1 % і знаходяться у різній формі зв'язку з білковими тільцями. Вільні ліпіди становлять від 82,9 до 87,1 %, пов'язані від 5,5 до 9,2 % та міцно пов'язані від 6,5 до 7,9 % від загальної кількості ліпідів. Жиру в рисі менше, ніж в інших злаках і становить від 0,8 до 2,5%, а кількість фосфоліпідів – 0,13 – 0,28 %, причому близько 20 % припадає на частку лецитину. Близько 80 % ліпідів

лущеного рису міститься в висівках і мучці. Крім того, у ліпідах було знайдено близько 2,4 % сирого воску [2].

Лущений рис зазвичай містить більше вітамінів, ніж шліфований. Більшість цих вітамінів перебуває в алейронових шарах (висівки і борошно) і зародку.

Вітаміни А, D та аскорбінову кислоту рис не містить або містить дуже мало. Вітаміни В₁, В₂ і РР і пантотенова кислота рису зерна входять до складу коферменту А, фолієва кислота, В₆, біотин (Н) та інших ферментів. Лігнін міститься у лущеному рисі – у висівках 63 %, у мучці 8 %, у зародку 8 % та у шліфованому рисі 21 %. Афлатоксини містяться у висівках і можуть з'явитися в погано висушеному зерні рису в період зберігання внаслідок зараження грибом *Aspergillus flavus* [41].

Органічні кислоти представлені у великій кількості у вигляді лимонної та щавлевої кислоти, дещо менше – маленової, бурштинової, фумарової. У дуже незначних кількостях зустрічаються β-кетоглютарова, оцтова та ін. кислоти. При зберіганні в умовах підвищеної температури і вологості, вміст цих кислот збільшується в 2 – 5 разів [40].

Кількість мінеральних речовин у рисі коливається від 1 до 2 % і основна маса припадає на зародки та периферію зернівки. У зернівці рису виявлено залізо, фосфор, калій, натрію, алюміній, марганець, мідь, цинк, нікель, кобальт. Значну частину рисової золи становить фосфор. При денатурації розчинність білків та фосфорних сполук помітно падає. При зберіганні вміст розчинного органічного фосфору зменшується внаслідок гідролітичного розщеплення нестійких сполук [24].

1.3 Чинники, що впливають на проростання рису

Рис – вологолюбна трав'яниста однорічна рослина, що обробляється на полях, що заливаються водою, має особливу чутливість до впливу таких умов зовнішнього середовища як температура і вологість [7].

Швидкість надходження вологи в зерно під час замочування змінюється. У перші години вода всмоктується лусочками, потім білками алейронового шару і

потім центральною частиною зернівки. При оптимальній температурі (27 – 33 °C) всмоктування води до повного набухання йде рівномірно.

У зерні з вихідною вологістю менше 10 % гідролізу практично не відбувається. Збільшення вологості до 15 – 20 % викликає деяку активацію гідролітичних процесів, але зародок ще не виявляє ознак життєдіяльності. При вмісті води понад 20 %, підвищується активність гідролітичних та окисних процесів і при досягненні вологості близько 30 % починаються інтенсивні життєві прояви у зерні. До цього часу зародок починає використовувати високомолекулярні вуглеводи, їхній гідроліз веде до утворення редуруючих речовин. В результаті гідролізу в зерні накопичується в основному глюкоза, тоді як сахарози утворюється небагато. Найбільша активність зерна досягається при вологості 38 – 40 % і саме цю вологість слід підтримувати до моменту проростання всіх схожих зерен. Підвищення вологості зерна до 48 – 50 % полегшує ферментам доступ до субстратів, сприяє набухання колоїдів зерна та переходу їх у розчинний стан, що дозволяє отримати бажаний ступінь розчинення ендосперму [39].

Кисневий фактор є одним із основних регуляторів тканинного метаболізму рослинних організмів. У початковий момент проростання рис використовує кисень, що зберігається під квітковою плівкою зернівки, а для подальшого розвитку фізіологічних процесів йому потрібний вільний доступ кисню повітря [5].

Є.П. Альошин показав, що при проростанні рису в анаеробних умовах низький окисно-відновний потенціал не забезпечує складних синтетичних процесів. У проростках рису, що проростають у затопленому піску, спостерігається більш різке зменшення вмісту білкових речовин у порівнянні з проростанням під водою. Однак, розпад крохмалю ендосперму та транспорт продуктів його гідролізу до місць споживання відбувається незалежно від умов аерації [4].

Авторами [24] показано, що здатність рису проростати при низьких парціальних тисках кисню і навіть при повній його відсутності пов'язана як з перебудовою ферментних систем аеробного дихання, що забезпечують інтенсивне поглинання розчиненого у воді молекулярного кисню, так і з удосконаленням систем утилізації етанолу гліколізу та спиртового бродіння. Цим пояснюється

здатність рису добре проростати при умовах високої вологості.

1.4 Способи інтенсифікації технології солододорощення з зерна рису

Для інтенсифікації виробництва солоду застосовують фізичні способи та хімічні, засновані на застосуванні хімічних добавок.

1.4.1 Фізичні методи дії

Останнім часом електрофізичні методи впливу, такі як обробка сировини ультразвуком, полями НВЧ, УФ та ІЧ-випромінюванням, впливом електричного струму та магнітних полів набувають все більшого поширення в харчовій промисловості [49].

У Німеччині довели, що при обробці ячменю вологістю 30 – 33 % при частоті ультразвуку 21 кГц. та інтенсивності 3 Вт/см тривалість солододорощення скорочується на 25 %, а екстрактивність в отриманому солоді підвищувалася на 1 – 2 % порівняно з контролем. Аналогічні результати отримали інші дослідники при обробці солоду протягом 2,5 – 3,0 хвилин ультразвуком при частоті 5 – 100 кГц., при інтенсивності 1,2 Вт/см. Встановлено, що ультразвуковий вплив є стимулятором росту для насіння і дає підвищення врожайності на 10 – 20 % [13].

Обробка ячменю НВЧ сприяла зниженню його втрат при зберіганні, підвищенні схожості та скорочення тривалості солододорощення. При обробці зволоженого ячменю та солоду електричним розрядом Е за потужності 2 Вт. протягом 5 хвилин досягається істотне зниження обсіменності об'єктів. Такий самий результат на сухому ячмені досягається за 1 хвилину. У цьому здатність ячменю до проростання не змінювалася [11].

Останнім часом проводяться наукові дослідження щодо використання енергії інфрачервоного випромінювання з метою скорочення тривалості процесів теплової обробки, підвищення якості готових виробів, зменшення площі виробничих цехів підприємств, покращення санітарно-гігієнічних умов праці. ІЧ-випромінювання є більш екологічно чистим та його використовують в інтервалі довжин хвиль 2 – 6

мкм. Поки що цей метод не знайшов застосування у пивоварінні, але його цікаво було б використовувати для отримання солоду вищої якості, шляхом впливу на зерна ІЧ-випромінюванням перед стадією пророщування [34].

Деякі автори [14, 24] стверджують, що під дією гідротермічної обробки вміст незамінних амінокислот у гречці, гороху, квасолі, перловій крупі, вівсі та рисі зменшується на 20 – 30 %. У водночас, досліді [23, 27] показують, що при м'яких режимах гідротермічної обробки, амінокислотний склад гороху, квасолі, ячменю, кукурудзи та рису практично не змінюють.

Таким чином, на підставі викладеного матеріалу можна зробити висновок про великі потенційні можливості застосування різних видів електрофізичних впливів у бродильному виробництві.

1.4.2 Фізичні аспекти обробки ІЧ-випромінювання

Під інфрачервоним випромінюванням прийнято розуміти невидиму оком область випромінювання, що примикає до червоного спектра видимого світлового випромінювання. Довжина електромагнітних хвиль інфрачервоного випромінювання перебуває у діапазоні від 0,76 до 400 – 500 мк. Інфрачервоні промені відрізняються від інших електромагнітних коливань частотою, довжиною та швидкістю поширення хвиль.

При тепловому впливі джерело випромінювання створює електромагнітне поле, що є носієм енергії. Теплова енергія передається за допомогою цього поля і поглинається атомами речовини, що опромінюється. При термічних впливах ІЧ-випромінювання на зерно променистий потік проникає в нього на деяку глибину. Глибина проникнення ІЧ-променів в матеріал, що прогрівається залежить від його властивостей, структури і характеру поверхні, а також від довжини хвилі випромінювання. Для таких колоїдних капілярно-пористих тіл як зерно, глибина проникнення може бути від десятих часток міліметра до декількох міліметрів. При цьому глибина проникнення променевого потоку тим більша, чим менша довжина хвилі випромінювання.

Промені, проникаючи всередину зерна, викликають інтенсифікацію

коливань певних груп атомів, частоти коливань яких збігаються або кратні частоті падаючого ІЧ-випромінювання. Внаслідок цього інтенсифікуються процеси біохімічних перетворень у зерні.

Використання ІЧ-випромінювання для термічної обробки дозволяє досягти у багато разів більшої щільності потоку тепла, ніж при конвекційній передачі, внаслідок чого значно прискорюється процес прогріву зерна.

1.4.3 Застосування активованої води у харчовій промисловості

Електрохімічні технології та технології з використанням електрохімічних методів привертають все більшу увагу можливістю електрохімічного вирішення більшості найважливіших проблем забезпечення населення чистою водою, їжею та інше [17].

У вирішенні цих завдань важливе місце займає електрохімічна обробка води, тобто сильно розведеного розчину електроліту. Електрохімічне перетворення речовин – окисновідновлювальні реакції, пов'язані з видаленням або приєднанням електронів найпоширеніший процес в органічній та неорганічній природі.

Електрохімічна катодна або анодна (уніполярна) обробка води проводиться під час її одноразової протоки знизу вгору відповідно в катодні або анодні камери реактора між якою знаходиться напівнепроникна діафрагма. Унікальні властивості активованої води пояснюються значним збільшенням порівняно з необробленою водою окисно-відновного потенціалу на 300 – 900 %, рН-1030 %, електропроводність 30 – 200 %. Теоретичні розрахунки показують, що потенційні можливості електрохімічного перетворення води (очищення, опріснення, знезараження) більш ніж у 100 разів перевершують фільтраційні, сорбційні та іонообмінні методи економічності швидкості та якості.

Для реалізації цієї технології використовується установка для активування води: високопродуктивна, економічна, проточна, універсальна, не потребує витрат хімічних реактивів, надійна та довговічна.

Було розроблено спосіб виробництва солоду із застосуванням активованою водою при значенні рН 9,0 – 11,5 та ОВП 450 – 900, що дозволяє скоротити

тривалість замочування на 12 – 24 год та пророщування – на 24 год з одночасним поліпшенням фізико-хімічної та мікробіологічної якості готового солоду [39].

Вченими встановлено, що приготування затору на активованій воді дозволяє прискорити процеси екстракції та ферментації (при використанні нескладеної сировини) у 1,54 – 2 рази. Застосування активованої води забезпечує також високоякісне відмивання і стерилізацію будь-якого обладнання [14].

Доведено, можливість використання активованої води, насичені CO_2 під тиском до 7 МПа у якості розчинника. Швидкість вилучення екстрактивних речовин з рослинної сировини при $t=20$ °С зростає в 1,44 – 1,6 рази в порівнянні при використанні екстрагенту дистильованої води з $t=80$ °С. Показано значне посилення бактерицидних властивостей активованої води.

Висновки до розділу

Встановлено, що створення технології рисового солоду з підвищеною ферментативною активністю є актуальним завданням практично для всіх країн де розвинена галузь вирощування рису і не тільки, запропоновані рішення дозволять збільшити частку використання цієї культури у виробництві напоїв зброджування, зокрема пива, що в свою чергу призведе до розширення асортименту та зниження собівартості продукції.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика об'єкта дослідження

Як об'єкт дослідження було використано сорт рису «Жасмін» урожаю 2021 р. Основні фізико-хімічні показники досліджуваного зразку рису представлені у табл. 2.1

З таблиці видно, що зернівка рису дуже дрібна, характеризується низькою здатністю до проростання, високою плівчастістю та низькою ферментативною активністю. Амілолітична активність рису в середньому у 2,5, а протеолітична активність – у 6 разів менша, ніж у ячменю.

Узагальнення результатів показало, що технологія рисового солоду повинна включати комплексний вплив на зерно, що дозволяє підвищити проникність оболонок і тим самим інтенсифікувати процес надходження вологи в зернівку, і активувати латентні форми ферментів та їх синтез.

2.2 Методи дослідження

Фізико-хімічні показники якості досліджуваних зразків рису визначали з використанням методик, прийнятих у пивоварній промисловості.

Абсолютна маса; вміст бур'янів та зернових домішок, дрібних зерен та крупність; енергія та здатність проростання; вологість; екстрактивність; вміст крохмалю – визначалося за стандартними методиками у відповідності до ДСТУ. Вміст білкових речовин – за методом Лоурі [15]. Визначення амінного азоту здійснювалось мідним способом [44], в'язкість у відповідності до [48], активну та титровану кислотність визначали у відповідності до загальноприйнятих, стандартних методик які регламентуються ДСТУ.

Таблиця 2.1 – Основні фізико-хімічні показники досліджуваного зразку рису

№ п/п	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Сорт «Жасмін»
1	Рік урожаю		2021

2	Абсолютна маса	г	17,51
3	Величина	%	27,00
4	Вирівняність	%	92,70
5	Масова частка домішки: - смітцевої домішки - зернової домішки	%	0,03 0,03
6	Плівчастість	%	17,30
7	Кількість - борошнистих зерен - склоподібних зерен - напівсклоподібних зерен	%	2,00 96,00 2,00
8	Енергія проростання	%	68,00
9	Здатність до проростання	%	97,00
10	Масова частка вологи	%	8,5
11	Масова частка крохмалю	%	70,800
12	Масова частка екстракту	%	77,80
13	Масова частка білкових речовин	%	8,80
14	Активність: - амілолітична - протеолітична	од/г сухої речовини рису	50,71 23,60

2.2.1 Визначення редукуючих цукрів

Реактиви: 0,06 % розчин калію заліzosинеродистого (КЗС). Для приготування розчину 6 г вуглекислого натрію розчиняють у 200 см³ дистильованої води, переносять у мірну колбу ємністю 1 дм³ додають 0,6 г КЗС і доводять до мітки водою.

До 1 см³ досліджуваного розчину додають 3 см³ КЗС, кип'ятять 10 хвилин на водяній бані, охолоджують і заміряють оптичну щільність розчину при λ 400 нм.

2.2.2 Визначення амілолітичної здатності солоду

Метод заснований на визначення редукуючих речовин, що утворюються у водній суспензії подрібненого солоду в стандартних умовах.

Хід визначення: 2 г подрібненого солоду розтирають у фарфоровій ступці з 5

см³ дистильованої води протягом 5 хвилин, додають ще 35 см³ дистильованої води і переносять у конічну колбу на 100 см³. Отриману водну суспензію зерна терmostатують протягом 60 хвилин за температури 50 °С. У початковий момент часу і потім через кожні 15 хвилин з інкубаційної суміші відбирають пробу об'ємом 5 см³ фільтрують і у фільтраті визначають вміст редуруючих речовин.

Інтенсивність амілолізу визначають за накопиченням редуруючих речовин за одиницю часу.

2.2.3 Визначення протеолітичної активності методом Ансона

Метод заснований на визначення протеолітичної активності початкової швидкості ферментативної реакції гідролізу білка. Як субстрат використовували 0,5 %-ний розчин альбуміну у фосфатному буфері рН 6,5. Протеази із зерна витягували 0,35 %-ним розчином Na₂CO₃ [15].

Висновки до розділу

В опрацьованому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто об'єкт дослідження, яким стало зерно рису сорту «Жасмін» 2021 року урожаю, приведено його основні фізико-хімічні показники, а також розглянуто методи та методики, що були використані при організації та проведення експериментальних досліджень.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Характеристика рису

Рис є нетрадиційною сировиною для одержання солоду. Рис відрізняється від інших злаків високим вмістом крохмалю та підвищеною плівчастістю, що ускладнює проникнення вологи в зернівку та зволоження ендосперму. Для вивчення процесу надходження води зерном рису навішування досліджуваних зразків після миття та дезінфекції замочували повітряно-водяним способом до вологості 45 – 47 %. В ході замочування протягом кожних 24 годин визначали вологість зерна. На підставі отриманих даних було побудовано криву замочування (рис. 3.1). З рисунка видно, що найінтенсивніше поглинання води відбувається у перші 24 години, що пояснюється проникненням води в порожнечі під плівками, потім швидкість поглинання знижувалася. Після 72 годин замочування швидкість надходження води збільшувалася, а потім після 120 годин зменшувалася. Збільшення швидкості зволоження після 72 годин можна пояснити зволоженням оболонок, що супроводжують збільшення їх проникності. Загальна тривалість процесу становила 120 годин, що значно перевищує тривалість замочування ячменю (72 години).

Одним із основних факторів, що впливають на швидкість надходження вологи в зернівку, є температура. Підвищення температури знижує в'язкість води та прискорює процес дифузії. Проте тепле замочування технології солоду не приймається, так як пов'язані з ним збільшення витрати сухих речовин на дихання, потреба у посиленій аерації та розвиток мікрофлори роблять його не вигідним. Однак для рису тепле замочування може бути використано, так як знижена проникність плівок та здатність рису переходити на анаеробні енергетичні процеси без втрати фізіологічної активності дозволяють провести тепле замочування без значного збільшення аерації та з незначним збільшенням втрати сухих речовин.

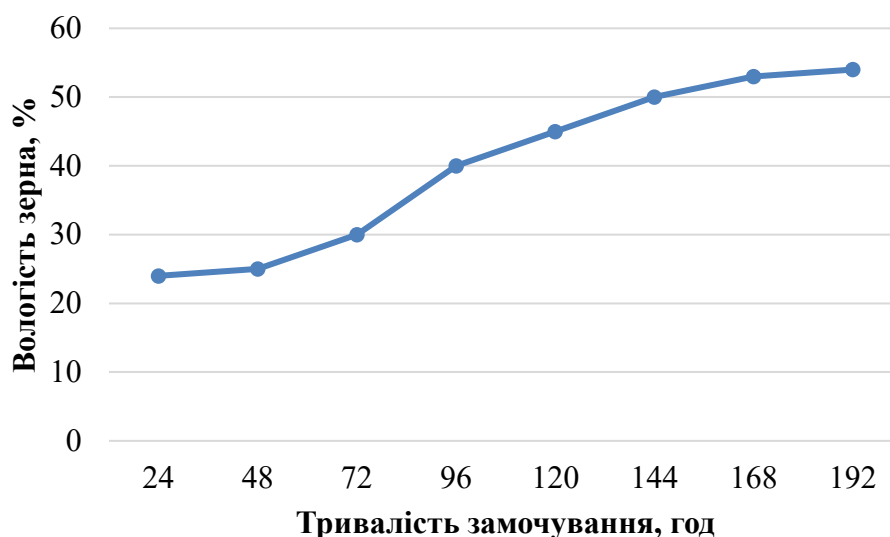


Рисунок 3.1 – Крива поглинання води зерном рису

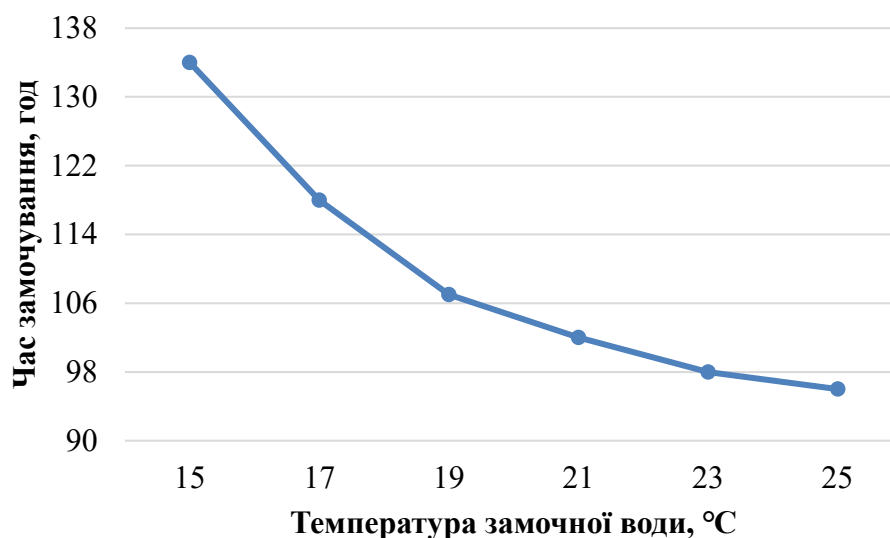


Рисунок 3.2 – Вплив температури замочної води на тривалість замочування

Для визначення впливу температури на швидкість замочування рис зволожували повітряно-водяним способом за різних температур. У процесі зволоження кожні 12 годин визначали кількість вологи, що надійшла, і фіксували час, який знадобився для досягнення вологості 47 %. Отримані дані (рис. 3.2) показали, що підвищення температури дозволяє значно скоротити процес замочування, проте загальна тривалість навіть при температурі 25 °C становить 96 годин, що значно більше, ніж тривалість замочування ячменю.

При розробці технології солододорощення необхідно враховувати динаміку зміни ферментативної активності у зерні. На активацію та синтез ферментів впливають фізіологічний стан зерна, температура, вологість та стан кисню. Інтенсивність перебігу ферментативних процесів, зокрема гідролітичних, обумовлюється як активністю ферментів і станом субстратів. Висока вологість прискорює ферментативні процеси, так як забезпечує максимальне набухання колоїдів і робить їх доступнішими дії ферментів. В цілому процес розчинення ендосперму, що забезпечує отримання солоду хорошої якості, залежить як від активності ферментів, так і від доступності субстратів їх дії.

Тому для отримання повнішої характеристики змін в ендоспермі при проростанні необхідно контролювати ферментативну активність на стандартному субстраті, здатність ферментів гідролізувати компоненти ендосперму і накопичення в зерні продуктів гідролізу.

Для визначення вологості рису, що забезпечує хороше розчинення ендосперму пророщували зразки зерна, що мають різний ступінь замочування від 35 % до 52 %. Отримані дані (рис. 3.3) показали, що для досягнення гарного розчинення ендосперму ступінь замочування має бути не меншим за 42 %.

З табл. 3.1 видно, що інтенсивність автолітичних процесів у зерні зростає пропорційно до ступеня замочування, досягаючи максимуму при вологості 45 %. Підвищення ступеня замочування понад 50 % пригнічує автолітичні процеси в зерні, що пов'язано зі зниженням фізіологічної активності зародка, викликаним перезамочуванням.

Для вивчення активації ферментів через кожні 24 години в проростаю чому зерні визначали амілолітичну і протеолітичну активність. Одночасно визначали автолітичну здатність зерна та накопичення продуктів гідролізу білків та вуглеводів. Отримані дані представлені у табл. 3.2 та на рис. 3.5 та 3.6.

У табл. 3.2 також представлені дані щодо формування вегетативних органів зерна при проростанні. З наведених даних видно, що активність амілаз зростає протягом перших п'яти діб пророщування і надалі збільшується незначно. У той же час збільшення інтенсивності автолізу вуглеводів зерна спостерігалось до 3 діб

пророщування, що корелює з досягненням максимального вмісту речовин, що редукують в зерні в цей період (рис. 3.4).

Можливо, що у пізніші терміни збільшення активності амілаз не викликає інтенсифікації автолізу у зв'язку з вичерпанням досягнутого субстрату. Наприкінці пророщування вміст редукуючих цукрів в зерні починає знижуватися, що викликано їх витратою на синтетичні та енергетичні процеси.

Таблиця 3.1 – Вплив ступеня замочування на автолітичну здатність свіжопророслого солоду

№ п/п	Ступінь замочування, %	Автолітична здатність	
		Редукуючі речовини, мг/г.	Продукти розпаду білка, мг/г.
1	35,0	136	0,10
2	39,8	152	0,12
3	42,5	184	0,14
4	45,0	220	0,21
5	47,0	220	0,21
6	50,0	200	0,20
7	52,0	180	0,18

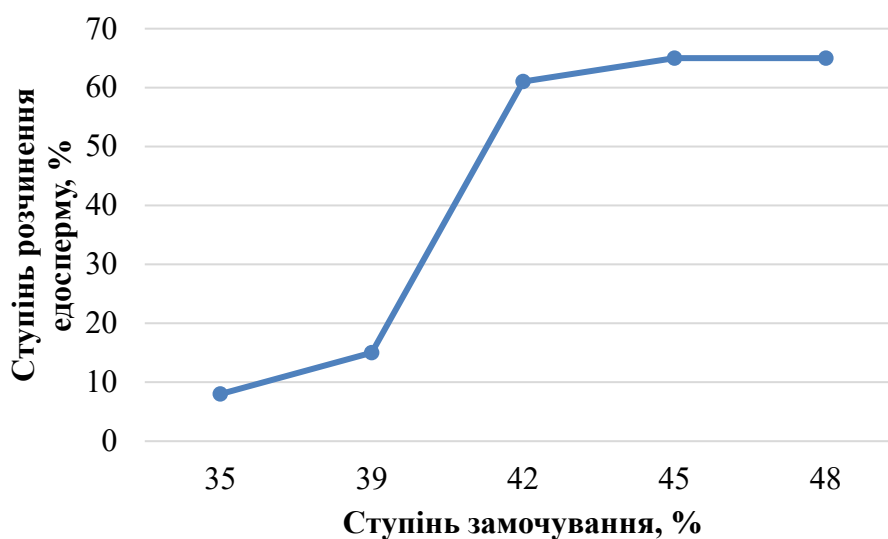


Рисунок 3.3 – Вплив ступеня замочування на розчинення ендосперму

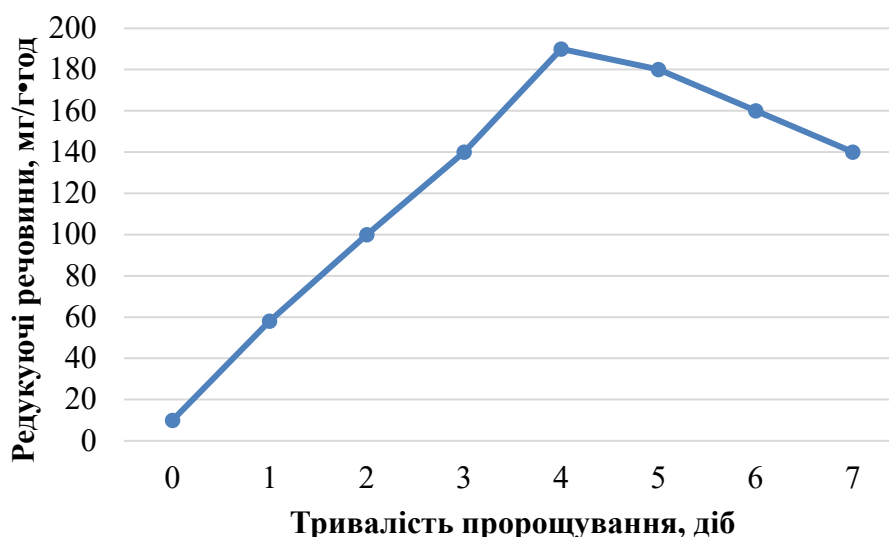
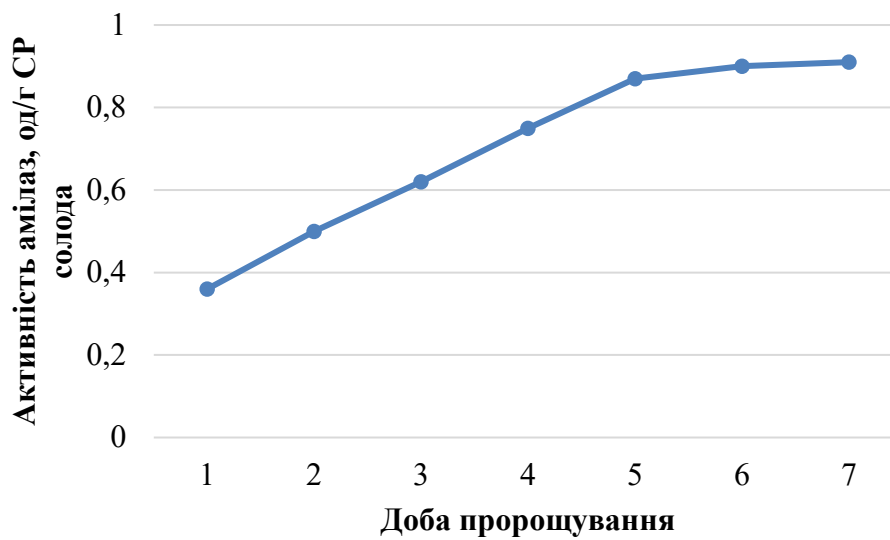


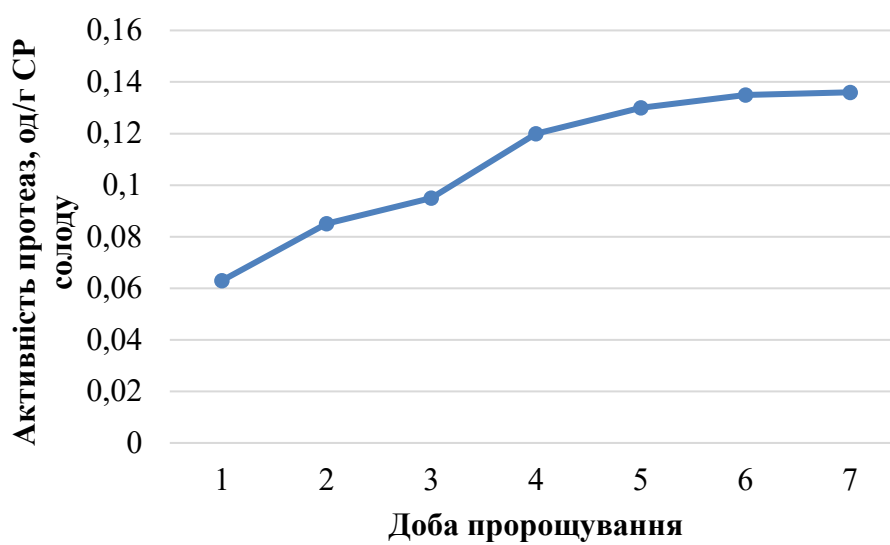
Рисунок 3.4 – Динаміка накопичення редукуючих речовин в зерні рису під час проростання

Таблиця 3.2 – Зміна довжини корінців, редукуючих речовин, автолітичної активності та активності ферментів у процесі проростання рису.

Доба пророщування	1	2	3	4	5	6	7
Довжина корінця, мм	0	1	4	10	14	16	18
Редукуючі речовини, мг/г.	54	96	180	186	182	164	138
Автолітична активність, мг/г. год							
за накопиченням редукуючих цукрів	86	126	190	198	210	218	220
за накопиченням продуктів розпаду білка	0,084	0,094	0,150	0,186	0,200	0,210	0,214
Активність, од./г.СР солоду:							
- амілолітична	124,5	177,9	206,4	263,3	309,6	320,3	334,5
- протеолітична	30,3	40,2	44,4	56,7	60,5	61,5	62,4

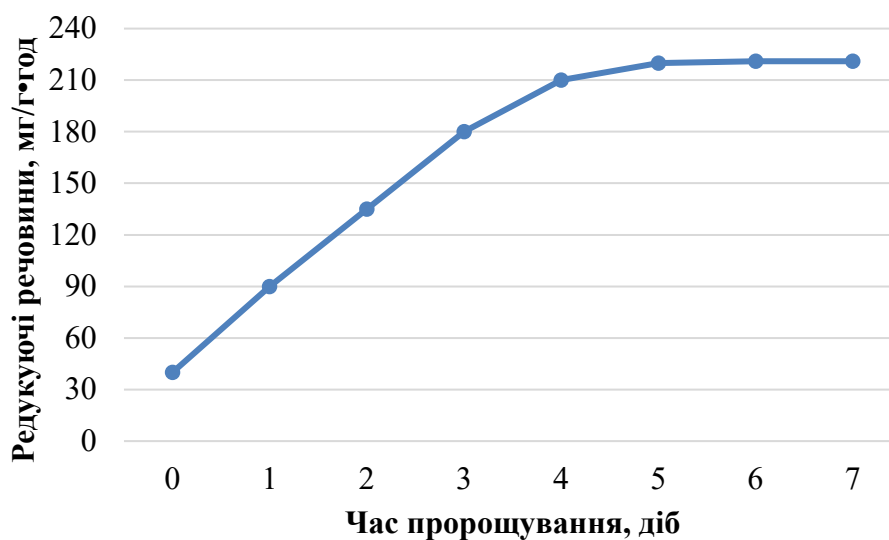


а) амілолітична активність

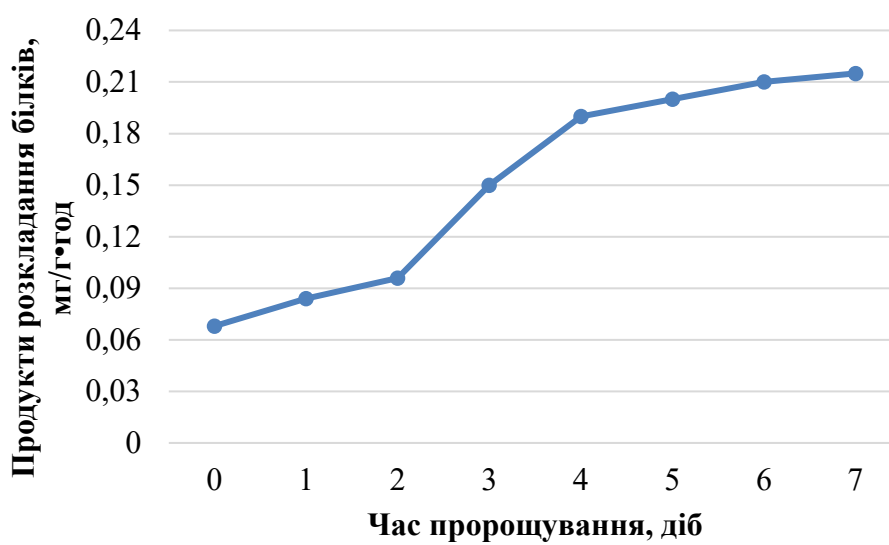


б) протеолітична активність

Рисунок 3.5 – Динаміка активності під час пророщування зерна рису



а) з накопичення редукуючих речовин



б) з накопичення продуктів розкладу білка

Рисунок 3.6 – Автолітична здатність в зерні рису піж час проростання

Активність протеолітичних ферментів також досягла найбільшого значення на п'яту добу пророщування та надалі практично не змінювалася. Інтенсивність автолізу білків практично корелює зі зростанням протеолітичної активності (рис. 3.6).

Таким чином, отримані дані показують, що найбільша інтенсивність гідролітичних процесів у зерні рису спостерігається на третю добу проростання, а максимальна активність амілолітичних та протеолітичних ферментів – на четверту та п'яту добу.

3.2 Вплив фізичних впливів на проростання зерна рису

У цій роботі використовувалися найбільш перспективні фізичні способи активізації процесу обертання зерна – використання енергії інфрачервоних діапазонів для активації зерна та електрохімічна обробка води, яка застосовується при замочуванні. Використання цих видів впливу у виробництві солоду з рису може дозволити збільшити проникність оболонки зерна, збільшити енергію та здатність проростання та скоротити тривалість процесу пророщування.

3.2.1 Вплив ІЧ-опромінення на проростання зерна рису

Енергія ІЧ-випромінювання для активації зерна раніше не використовувалися, хоча є дані щодо активації фізіологічних процесів у клітинах мікроорганізмів при короткочасному впливі ІЧ-випромінювання.

Як відомо, під дією ІЧ-випромінювання відбувається деструкція біополімерів, що викликає зміну структури зерна, що впливає на його фізіологічні та біохімічні показники. Глибина деструктивних процесів визначається режимом ІЧ-обробки та станом об'єкта, причому визначальну роль відіграє вологість.

Вільна волога, що міститься в зерні при дії ІЧ-випромінювання, розпушує внутрішні структури. Скипання води викликає паровий вибух, що супроводжується руйнуванням клітинних структур. При нетривалій дії ці процеси можуть протікати лише в оболонках зерна, не торкаючись глибинних структур і не викликаючи

загибель зародка.

Основними параметрами ІЧ-випромінювання є щільність променистого потоку та тривалість обробки. Оскільки основним критерієм якості зерна, призначеного для отримання солоду є його фізіологічна активність, то вибір параметрів обробки проводили в діапазонах, що дозволяють зберегти цей показник на високому рівні.

Для збільшення проникності оболонок зерно рису з різною вологістю обробляли інфрачервоним випромінюванням в діапазоні щільності променистого потоку від 10 до 20 кВт/м². Тривалість опромінення коливалася від 20 до 100 секунд. Вибір діапазону параметрів опромінення обумовлений тим, що при $E > 20$ кВт/м² відбувається нагрівання зерна і поверхневі шари через високу температуру спікаються, утворюючи щільну оболонку без пір і капілярів. А при обробці випромінюванням з $E = 10$ кВт/м² і $\tau = 100$ с температура шару зерна досягає 92 °С, внаслідок чого інактивуються ферменти і зерно втрачає здатність проростання. Критерієм оцінки впливу ІЧ-випромінювання була здатність проростання рису. Визначення оптимальних параметрів – щільності променистого потоку, тривалості обробки та вологості проводили при односторонньому опроміненні в нерухомому шарі товщиною в одну-дві зернівки.

Час впливу ІЧ-випромінювання на об'єкт є одним із основних діючих параметрів обробки. Для визначення оптимальної тривалості впливу зерно опромінювали протягом 20 – 100 секунд. Більш тривале опромінення навіть за низької щільності променистого потоку викликає перегрів зерна і загибель зародка. У цих експериментах опромінення проводили при щільності променистого потоку 12 кВт/м² так як у роботах Афанасьєва [13] на ячмені та сої було показано, що вплив ІЧ-випромінюванням в діапазоні 10 – 15 кВт/м² позитивно впливає на зерно.

Результати експериментів подано на табл. 3.3 та на рис. 3.7. З представлених даних видно, що при обробці зерна рису ІЧ-випромінюванням протягом 40 секунд спостерігається максимальне збільшення здатності проростання порівняно з контролем.

Щільність променистого потоку є одним з основних параметрів ІЧ-випромінювання. Для визначення впливу щільності променистого потоку на проростання зерно опромінювали протягом 40 секунд при різних значеннях щільності променистого потоку в діапазоні від 10 до 20 кВт/м². Результати експерименту представлені у табл. 3.4 та на рис. 3.8. Видно, що зі збільшенням щільності променистого потоку від 10 до 12 кВт/м² здатність проростання збільшується до 90 %. При подальшому збільшенні густини променистого потоку здатність проростання знижується.

Оскільки щільність променистого потоку 12 кВт/м² і тривалість обробки 40 секунд дозволили підвищити здатність проростання зерна, саме ці параметри опромінення були використані в подальшій роботі.

Як зазначалося, активуюча дія ІЧ-випромінювання залежить від вологості оброблюваного зерна. При нестачі вільної вологи вплив ІЧ-випромінювання знижується, а при надлишку – зерна можуть перегрітися і вибухнути.

Для визначення впливу вологості зерна зміну здатності проростання при ІЧ-опроміненні зерно з вологістю 7,4 %; 11,3 %; 13,4 %; 14,2 %; 19,2 % опромінювали при щільності променистого потоку $E=12$ кВт/м² протягом 40 секунд. Зразки рису з підвищеною вологістю отримували шляхом зволоження камери кондиціонування.

З даних, поданих у табл. 3.5 і на рис. 3.9 видно, що при опроміненні зерна рису з вологістю 11,3 – 14,3 % та оптимальному режимі ($E=12$ кВт/м², $\tau=40$ с), здатність проростання рису зростала до 94 %.

Щільність променистого потоку $E = 12$ кВт/м² та тривалість обробки $\tau = 40$ с.

У разі збільшення вологості до 13 % відбувалося різке зниження здатності проростання. Подальше збільшення вологості до 19,2 % призвело до повної втрати фізіологічної активності зерна.

Таблиця 3.3 – Вплив тривалості впливу ІЧ-випромінювання на здатність

проростання зерна рису

№ п/п	Тривалість впливу ІЧ-випромінювання, с.	Здатність проростання, %
1	0(контроль)	70
2	20	86
3	40	90
4	60	71
5	80	54
6	100	32

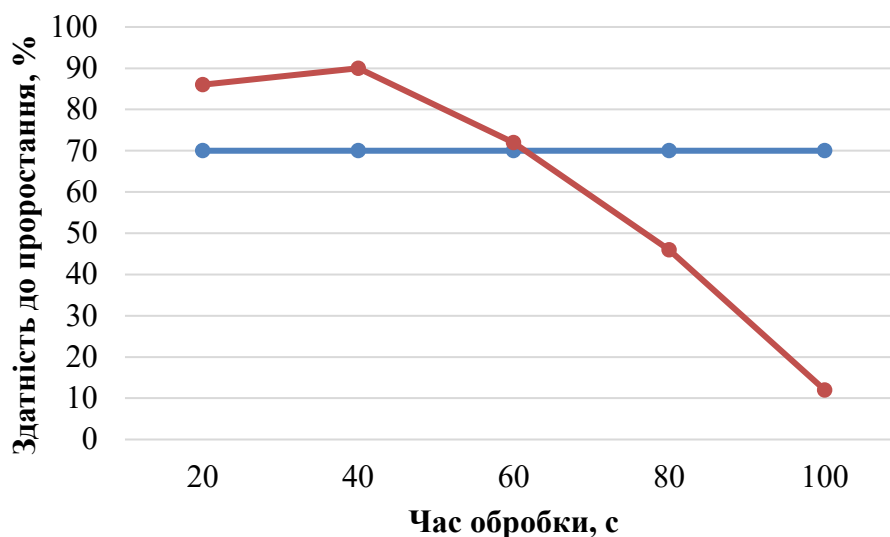


Рисунок 3.7 – Вплив тривалості дії ІЧ-випромінювання зерна рису з його здатність проростання

Щільність променистого потоку $E = 12 \text{ кВт/м}^2$ та вологість зерна $W = 7,4 \%$.

Таблиця 3.4 – Вплив щільності променистого потоку ІЧ-випромінювання на

здатність проростання зерна рису

№ п/п	Значення густини променистого потоку, кВт/м ²	Здатність проростання, %
1	0 (контроль)	70
2	10	75
3	12	90
4	15	78
5	18	24
6	20	1

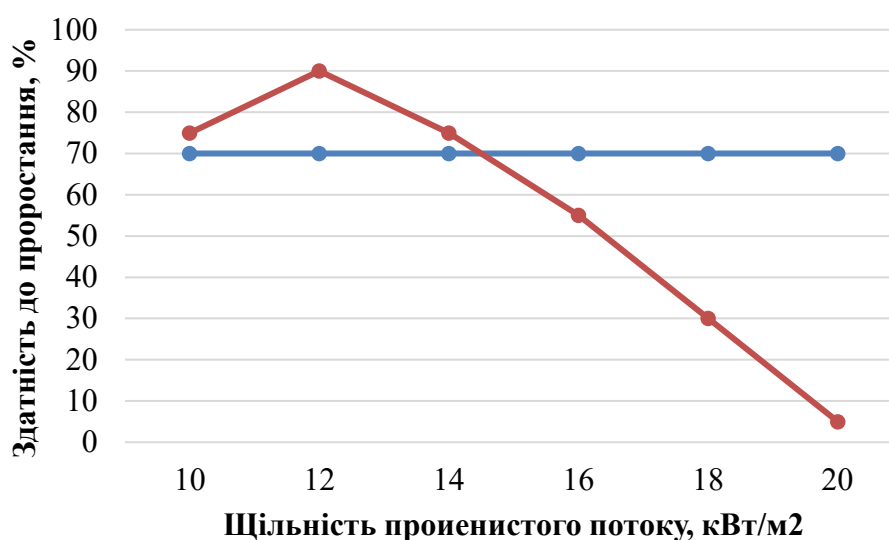


Рисунок 3.8 – Вплив густини променистого потоку ІЧ-випромінювання на здатність проростання зерна рису

Тривалість обробки $\tau = 40$ с і вологість зерна $W = 7,4$ %.

Таблиця 3.5 – Вплив вологості зерна рису при обробці ІЧ-випромінювання на

його здатність до проростання

№ п/п	Вологість зерна при обробці ІЧ-випромінювання, %	Здатність проростання, %
1	7,4	90
2	11,3	94
3	13,4	94
4	14,2	33
5	19,2	1

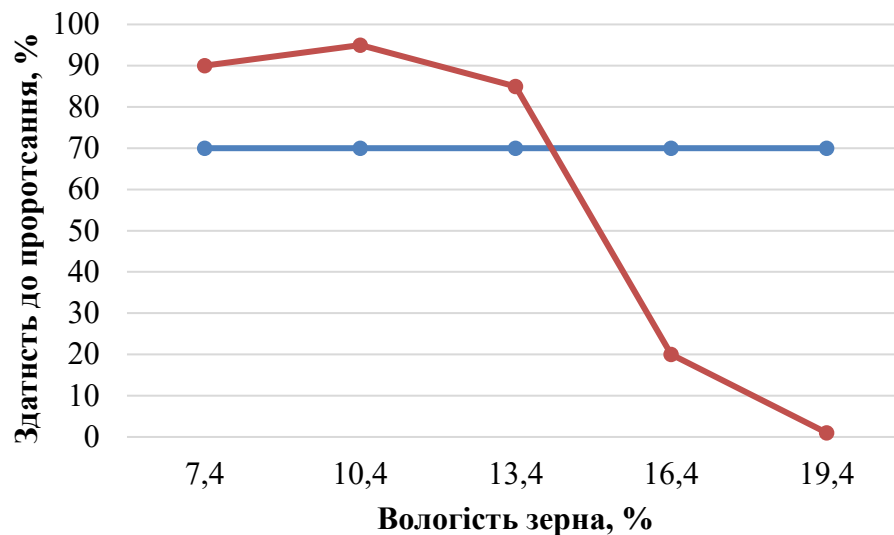


Рисунок 3.9 – Вплив вологості зерна рису при обробці ІЧ-випромінювання на здатність до проростання
щільність променистого потоку $E = 42 \text{ кВт/м}^2$, тривалість обробки $\tau = 40 \text{ с}$.

Таким чином, найбільш активуючий ефект дає ІЧ-опромінення при щільності променистого потоку 12 кВт/м^2 і тривалість дії 40 с для зерна рису з вологістю $11,3 - 13,4 \%$.

3.2.2 Вплив ІЧ-випромінювання на процес замочування

Вплив ІЧ-обробки на інтенсивне поглинання води досліджували на зразках рису з вологістю 7,4 % та 12,5 %, опромінених при параметрах, що дозволяють зберегти життєздатність зародка – тривалість обробки 40 секунд та щільність променистого потоку 12 кВт/м². Замочування проводили повітряно-водяним способом до вологості 45 %. Як контроль використовували неопромінене зерно. У ході замочування кожні 12 години визначали вологість зерна. З отриманих даних побудовані криві замочування, представлені на рис. 3.10. З даних видно, що найбільша швидкість надходження води спостерігалася у зразках, опромінених при вологості 12,5 %.

Ймовірно, вміст вільної води, що відповідає цьому значенню вологості, достатньо забезпечення протікання деструктивних процесів в оболонках зерна. Опромінення рису з вологістю 7,4 %, що практично не містить вільної води, дало значно менший ефект.

Загалом обробка ІЧ-випромінюванням при оптимальних параметрах дозволила скоротити тривалість замочування на 36 годин порівняно з контролем.

3.2.3 Вплив ІЧ-випромінювання на фізико-хімічні показники готового солоду

Рисовий солод, призначений для виробництва пива за основними фізико-хімічними показниками повинен наближатися до ячмінного солоду, оскільки тільки в цьому випадку можлива повноцінна заміна ячмінного солоду солодом з рису без зниження якості готового напою.

Зразки рису з вологістю 12,5 % опромінювали при оптимальних параметрах, замочували до вологості 45 % і пророщували в лабораторній солодівні протягом 7 діб при температурі 17 – 19 °С. Сушіння солоду проводили в лабораторній сушарці відповідно до режимів, рекомендованих для сушіння світлого ячмінного солоду. У готовому солоді визначали фізико-хімічні показники, подані у табл. 3.6. Як видно з таблиці, ІЧ-випромінювання не вплинуло на вміст основних компонентів екстракту та загальну екстрактивність, але викликало збільшення ферментативної активності, що можна пояснити вищою фізіологічною активністю опроміненого зерна.

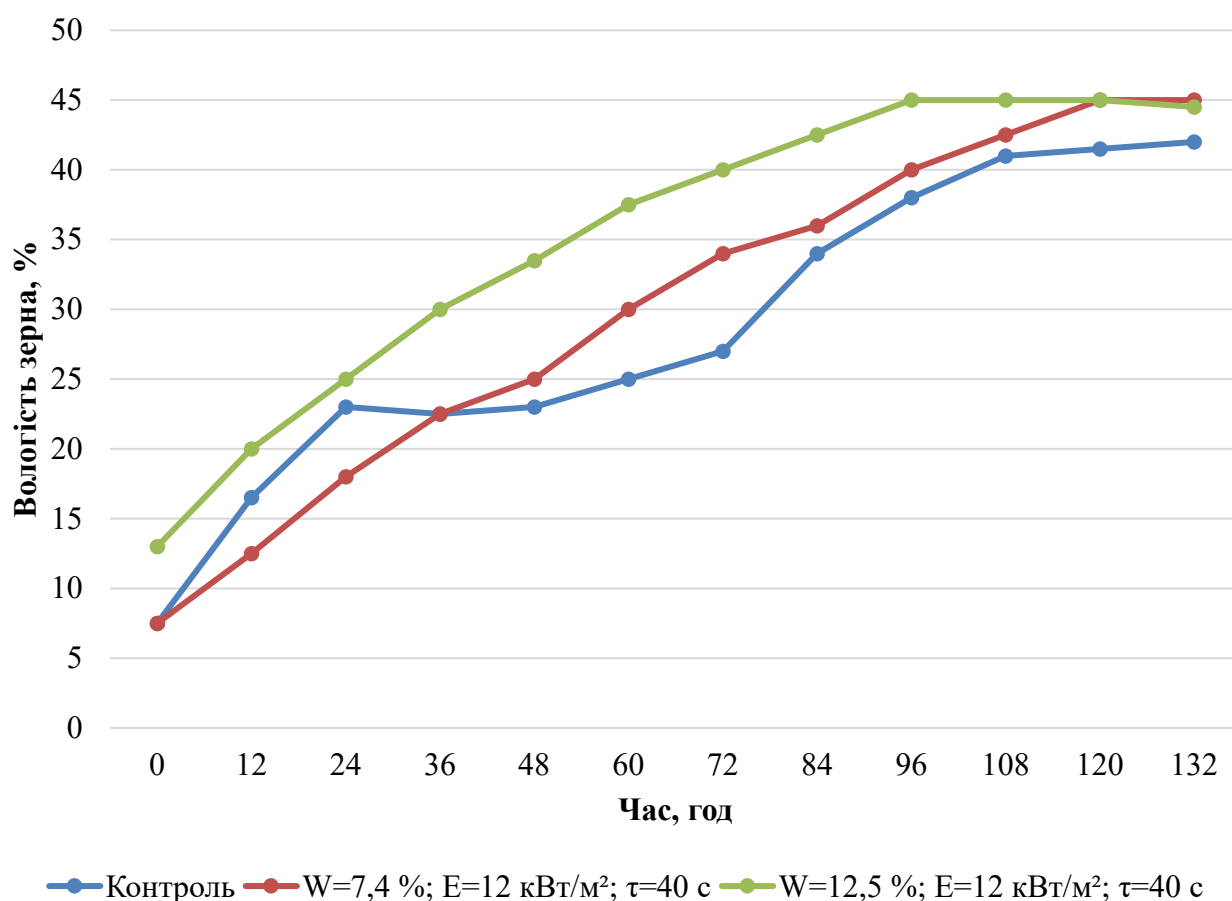


Рисунок 3.10 – Вплив ІЧ-випромінювання на процес замочування зерна рису.

Таблиця 3.6 – Фізико-хімічні показники солоду, отриманого із зерна рису, обробленого ІЧ-випромінюванням

№ п/п	Показник якості	Одиниця виміру	Контроль	ІЧ-випромінювання
1	Масова частка вологи	%	3,80	3,80
2	Масова частка екстракту	%	82,40	84,18
3	Тривалість оцукрювання	хв.	45	40
4	Редукувальний цукор	г на 100 см ³ суслу	9,10	9,35
7	Амінний азот	мг на 100 см ³	14,0	14,7
9	Активність: - амілолітична - протеолітична	од/г СР од/г. СР	325,64 56,24	364,70 59,14

3.3 Дослідження впливу активованої води на процес замочування та

фізіологічну активність зерна рису

Одним з основних шляхів інтенсифікації процесу замочування та підвищення проростання зерна є збільшення проникності оболонки зерна для води та кисню.

З літературних джерел відомо, що різноманітна електрична енергія використовується для обробки зерна з метою зниження його зараженості мікроорганізмами, поліпшення якості солоду, активації життєдіяльності ячменю. Безпосередній вплив електричних полів, атомів і молекул дуже впливає на розвиток зерна. Одним з перспективних способів, що знаходять все ширше застосування останніми роками в харчовій промисловості, є активована вода.

У літературі є дані щодо впливу активованої води на зерно ячменю у виробництві ячмінного солоду [29]. Для зерна рису такі дані відсутні, тому одним із завдань даного дослідження було визначення можливості скорочення тривалості замочування та підвищення здатності проростання зерна рису в результаті обробки його активованою водою.

3.3.1 Вплив активованої води на здатність проростання рису

Для визначення впливу активованої води на здатність проростання рису зерно пророщували відповідно до методу визначення здатності проростання. Замочування проводили повітряно-водним способом до вологості 45 %. Як першу воду для замочування використовували активовану воду, для подальшого замочування – водопровідну. Так як позитивний вплив на стан зерна можуть надавати як католіт, так і аноліт, дослідження впливу активованої води проводили в широкому діапазоні рН від 2,5 до 12,5. Значення можливості проростання зерна рису при замочуванні активованою водою представлені у табл. 3.7. З таблиці видно, що найбільш високі значення спроможності проростання спостерігалися у зерна рису, замоченого в активованій воді зі значеннями рН 7,5. Здатність проростання при обробці активованою водою зі значенням рН 9,5 збільшувалася до 92 %, що на 22 % вище за контроль.

Таблиця 3.7 – Вплив параметрів активованої води на проростання зерна рису при одноразовому замочуванні

№ п/п	Вода на замочування	Значення рН	Здатність проростання, %
1	Не оброблена	7,1	70
2	Активована	2,5	57
3		3,5	68
4		4,5	80
5		5,5	84
6		6,5	85
7		7,5	90
8		8,5	90
9		9,5	92
10		10,5	88
11		11,5	73
12		12,5	45

Нами було зроблено спробу збільшити ефект впливу шляхом дворазового замочування рису в активованій воді. У наступній серії дослідів було вивчено вплив дворазового замочування рису в активованій воді на здатність проростання. Активовану воду з різними значеннями рН в інтервалі 2,5 – 12,5 використовували при першому та другому замочуванні. Подальше замочування та пророщування вели за описаною вище методикою. Отримані дані наведено в табл. 3.8. Результати експерименту показали, що повторне замочування в активованій воді не призвело до збільшення здатності проростання. При оптимальному значенні рН 9,5 здатність проростання збільшувалася на 25 % порівняно з контролем при дворазовому замочуванні, та на 22 % при одноразовому.

З даних можна дійти невтішного висновку, що замочування зерна в активованій воді з рН 9,5 дозволяє значно підвищити здатність проростання рису. При зберіганні зерна рису дуже швидко втрачає здатність до проростання, тому підвищення цього показника дуже важливо в технології рисового солоду.

На рис. 3.11 представлені залежності здатності проростання зерна рису від значення рН активованої води при одноразовому та дворазовому замочуванні. З рис

3.11 видно, що найбільший стимулюючий вплив на проростання рису надавала активована вода з рН 7,5 – 10,0 як при одноразовому, так і дворазовому замочуванні. У цьому здатність проростання підвищувалася на 20 – 25 %.

Таблиця 3.8 – Вплив параметрів активованої води на проростання рису при дворазовому замочуванні

№ п/п	Перше замочування		Друге замочування		Здатність до проростання, %
	Вода на замочування	Значення рН	Вода на замочування	Значення рН	
1	Необроблена вода	7,1	Необроблена вода	7,1	70
2	Активована вода	2,5	Активована вода	2,5	45
3		3,5		3,5	54
4		4,5		4,5	74
5		5,5		5,5	82
6		6,5		6,5	88
7		7,5		7,5	92
8		8,5		8,5	94
9		9,5		9,5	95
10		10,5		10,5	90
11		11,5		11,5	80
12	12,5	12,5	74		

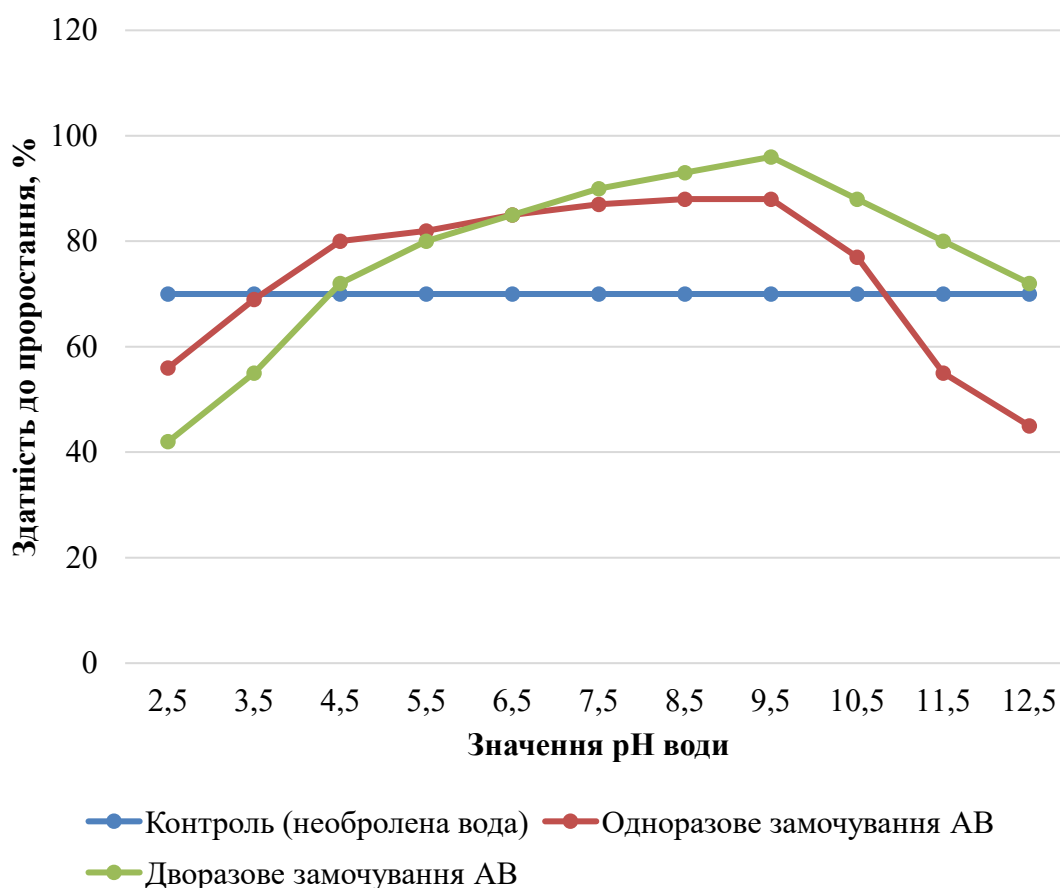


Рисунок 3.11 – Вплив значення рН активованої води на здатність проростання зерна риса

3.3.2 Вплив активованої води на фізіологічні та фізико-хімічні показники зерна рису

Для дослідження впливу активованої води на якість зерна, в рисі, були визначені основні фізіологічні та фізико-хімічні. При обробці зерна рису замочували протягом 8 годин в активованій воді зі значенням рН 9,5; підсушували при кімнатній температурі до вологості, і в підсушених зернах визначали основні фізіологічні та хімічні показники. Результати дослідження показані у табл. 3.9.

З даних наведених видно, що під дією активованої води масова частка білкових речовин, екстракту та крохмалю змінилися незначно. При цьому енергія та здатність проростання підвищилися на 32 % та 22 % відповідно.

Таблиця 3.9 – Вплив активованої води на основні фізіологічні та хімічні показники зерна рису

№ п/п	Показники	Одиниці вимірювання	Контроль	Обробка водою при рН 9,5
1.	Масова частка вологи	%	7,4	7,4
2.	Масова частка екстракту	%	76,8	74,6
3.	Масова частка білкових речовин	%	9,0	8,9
4.	Масова частка крохмалю	%	69,4	68,2
5.	Енергія проростання	%	40	72
6.	Здатність проростання	%	70	92

3.3.3 Вплив активованої води на процес замочування зерна рису

Для докладнішого вивчення процесу поглинання вологи зерном, обробленим активованою водою, були побудовані криві замочування. Для дослідження використовували зразки рису, що пройшли одноразове та дворазове замочування в активованій воді з рН 9,5 та у водопровідній воді. Отримані дані подано на рис 3.12. У дослідних зразках (активована вода рН 9,5) як при одноразовому так і при дворазовому замочуванні, ступінь замочування 45 % була досягнута через 108 год, тобто час замочування порівняно з контролем скоротилося на 12 год.

На підставі отриманих результатів обраний режим обробки рису активованою водою, що дозволяє підвищити здатність проростання – одноразове замочування у воді з рН 9,5.

Для визначення впливу активованої води на якість солоду зерна рису, замочене з використанням активованої води повітряно-водяним способом, пророщували в лабораторній солодівні протягом 7 діб і висушували в відповідність до режимів, прийнятих для світлого солоду. У готовому солоді визначали фізико-хімічні показники, наведені у табл. 3.10.

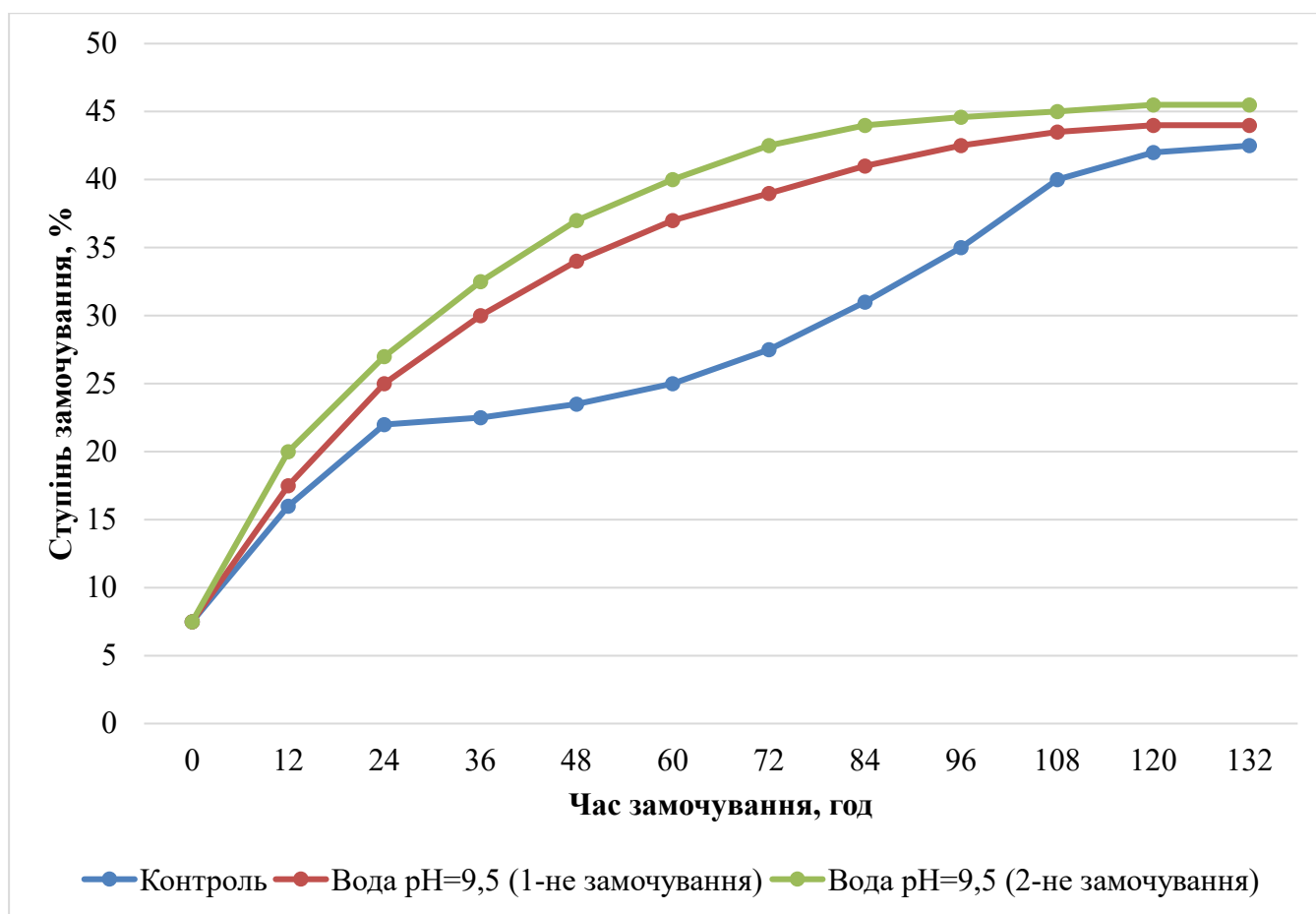


Рисунок 3.12 – Вплив активованої води на процес замочування рису

Таблиця 3.10 – Фізико-хімічні показники солоду, одержаного з використанням активованої води

№ п/п	Показник якості	Одиниця виміру	Контроль	Активована вода
1	Масова частка вологи	%	3,80	3,80
2	Масова частка екстракту	%	82,40	84,65
3	Тривалість оцукрювання	хв	45	40
4	Редукувальний цукор	г на 100 см сусла	9,10	9,32
7	Амінний азот	мг на 100 см ³ сусла	14,0	14,9
9	Активність - амілолітична	од/г СР од/г. СР	325,64	360,48
	- протеолітична		56,24	58,74

Як видно з даних таблиці використання активованої води дозволяє збільшити амілолітичну та протеолітичну активність солоду на 10,7 % та 6,9 %

відповідно. Інші фізико-хімічні показники в контрольному і дослідному зразку знаходилися практично на одному рівні.

Висновки до розділу

Досліджено вплив ІЧ-випромінювання на поглинання води зерном рису при замочуванні та його проростання. встановлено оптимальні параметри обробки (щільність променистого потоку 12 кВт/м^2 , тривалість 40 с та вологість зерна 12,5 %), що дозволяють збільшити здатність проростання рису інтенсифікувати надходження води в зернівку. Обробка зерна за оптимальних умов дозволяє скоротити тривалість замочування на 35 – 40 год і збільшити здатність проростання на 20 – 25 %.

Визначено здатність активованої води інтенсифікувати процес поглинання води зерном рису. Встановлено взаємозв'язок між рН активованої води, швидкістю замочування та рівнем гідролітичних процесів у зерні та визначено оптимальні параметри обробки. Встановлено, що під дією активованої води енергія та здатність проростання підвищилися на 32 % та 22 % відповідно. Також використання активованої води дозволяє збільшити амілолітичну та протеолітичну активність солоду на 10,7 % та 6,9 % відповідно. Інші фізико-хімічні показники в контрольному і дослідному зразку знаходилися практично на одному рівні.

4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА РИСОВОГО СОЛОДУ ТА РЕЦЕПТУРИ З ЙОГО ВИКОРИСТАННЯМ

На підставі отриманих результатів було розроблено технологічну схему отримання рисового солоду (рис. 4.1) та напрацьовано лабораторні зразки в умовах ТОВ «Горизонт»

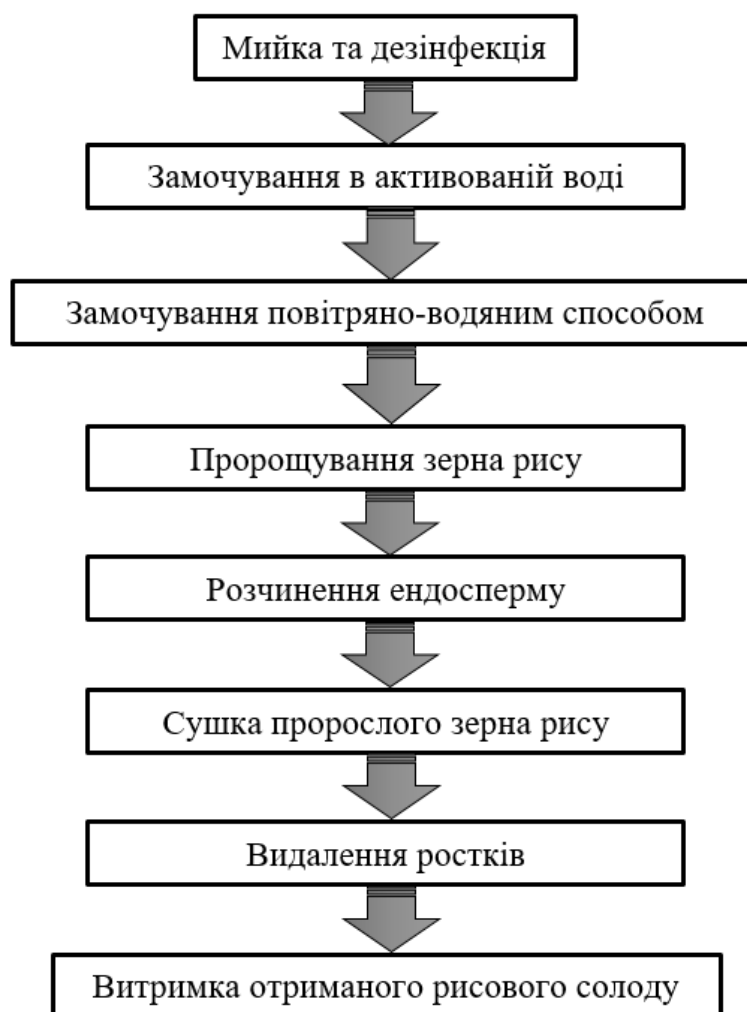


Рисунок 4.1 – Технологічна схема отримання рисового солоду за запропонованою технологією

Для отримання пивного сусла були використані зразки солоду, отриманий з рису із застосуванням ІЧ-випромінювання, активованої води та ячмінний солод, отриманий із заводу як контроль.

Основні фізико-хімічні показники рисового солоду, отриманого з використанням ІЧ-випромінювання, активованої води, і ячмінного солоду представлені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні фізико-хімічні показники рисового солоду, отриманого з використанням ІЧ- випромінювання та активованої води

Показники	Одиниця виміру	Ячмінний солод	Рисовий солод		
			Без обробки	Використання ІЧ-випромінювання	Застосування активованої води
Масова частка вологи	%	4,00	3,80	3,80	3,80
Масова частка екстракту	%	84,80	82,40	84,18	84,65
Тривалість оцукрювання	хв.	30	45	40	40
Редукуючий цукор	г на 100 см ³ сусла	9,45	9,10	9,35	9,32
Амінний азот	мг на 100 см ³ сусла	21,00	14,0	14,7	14,9
В'язкість лабораторного сусла		1,51	1,92	1,84	1,84
Активність: - амілолітична - протеолітична	од/г.СР	357,46 122,55	325,64 56,24	364,70 59,14	360,48 58,74

Як видно з таблиці, ІЧ-випромінювання не вплинуло на вміст основних компонентів екстракту та загальну екстрактивність, але викликало збільшення ферментативної активності, що можна пояснити вищою фізіологічною активністю опроміненого зерна. В свою чергу використання активованої води дозволяє збільшити амілолітичну та протеолітичну активність солоду на 10,7 % та 6,9 % відповідно. Інші фізико-хімічні показники в контрольному і дослідному зразку знаходилися практично на одному рівні.

Висновки до розділу

Таким чином, на підставі отриманих даних, можна зробити висновок, що використовуючи рисовий солод, отриманий з використанням досліджених фізичних і фізико-хімічних впливів при оптимальних параметрах можна отримати солод, що не поступається за показниками контрольному, отриманому з ячмінного солоду.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Організація охорони праці в ТОВ «Горизонт»

На підприємстві ТОВ «Горизонт» велику увагу приділено безпеці праці, так як воно є пожежо-вибухонебезпечним об'єктом.

В ТОВ «Горизонт» за стан охорони праці відповідає директор. В його підпорядкуванні є інженер з питань охорони праці, який працює за сумісництвом, стаж роботи якого складає 6 років.

Вступний інструктаж з питань охорони праці для працівників проводить спеціаліст з охорони праці підприємства.

Директор підприємства очолює роботу з управління охороною праці та несе безпосередню відповідальність за її функціонування в цілому .

СУОП ТОВ «Горизонт» передбачає такі функції: організацію і координацію робіт; облік, аналіз та оцінка ризиків; планування показників стану умов та безпеки праці; контроль планових показників та аудит всієї системи; коригування, запобігання та можливість адаптації до обставин, які змінюються; заохочення працівників за активну участь та ініціативу щодо здійснення заходів з підвищення рівня безпеки та поліпшення умов праці.

5.2 Аналіз стану охорони праці в ТОВ «Горизонт»

Стан охорони праці на виробничих ділянках характеризує узагальнений коефіцієнт рівня охорони праці.

$$K_{cn}^u = \frac{K_d + K_b + K_{впр}}{3} \leq 1 \quad (5.1)$$

Розраховуємо коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці:

$$K_{\partial} = \frac{C_{\partial}}{C}, \quad (5.2)$$

де K_{∂} – коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці;

C_{∂} – кількість працівників, що дотримуються правил охорони праці;

C – загальна кількість працівників.

$$K_{\partial 2020} = \frac{30}{30} = 1,0;$$

$$K_{\partial 2021} = \frac{29}{30} = 0,97;$$

$$K_{\partial 2022} = \frac{27}{30} = 0,9.$$

Отримані результати розрахунків свідчать про зниження рівня дотримання правил охорони праці в ТОВ «Горизонт».

Розраховуємо коефіцієнт технічної безпеки обладнання:

$$K_{\sigma} = \frac{n_{\sigma\sigma}}{n}, \quad (5.3)$$

де K_{σ} – коефіцієнт технічної безпеки обладнання;

$n_{\sigma\sigma}$ – кількість одиниць обладнання, що відповідає вимогам безпеки і санітарним вимогам;

n – загальна кількість обладнання.

$$K_{\sigma 2021} = \frac{26}{32} = 0,81;$$

$$K_{\delta 2021} = \frac{28}{32} = 0,87;$$

$$K_{\delta 2022} = \frac{30}{32} = 0,94.$$

Розрахунки показують, що рівень технічної безпеки в ТОВ «Горизонт» щороку підвищується.

Розраховуємо коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці:

$$K_{\text{впр}} = \frac{m_{\text{сп}}}{m}, \quad (5.4)$$

де $K_{\text{впр}}$ – коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці;

$m_{\text{сп}}$ – кількість фактично виконаних запланованих робіт з охорони праці;

m – загальна кількість запланованих робіт за певний відрізок часу.

$$K_{\text{впр}2020} = \frac{6}{6} = 1,0;$$

$$K_{\text{впр}2021} = \frac{6}{7} = 0,86;$$

$$K_{\text{впр}2022} = \frac{5}{6} = 0,83.$$

Коефіцієнт рівня охорони праці дорівнює:

$$K_{\text{сн}2020}^u = \frac{1,0 + 0,81 + 1,0}{3} = 0,94;$$

$$K_{\text{сн}2021}^u = \frac{0,97 + 0,87 + 0,86}{3} = 0,90;$$

$$K_{\text{сн}2022}^u = \frac{0,90 + 0,94 + 0,83}{3} = 0,89.$$

Отримані результати свідчать, що показники рівня охорони праці в ТОВ «Горизонт» щороку знижуються.

5.3 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань

Для кількісної характеристики виробничого травматизму використовують такі показники:

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{ч2021} = \frac{T}{P} \cdot 1000 = \frac{1}{30} \cdot 1000 = 33,3 \quad (5.5)$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{m2021} = \frac{Д}{T} = \frac{36}{1} = 36 \quad (5.6)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу від травматизму:

$$K_{n2021} = \frac{Д}{P} \cdot 1000 = \frac{36}{30} \cdot 1000 = 1200 \quad (5.7)$$

де T – кількість нещасних випадків за досліджуваний період;

P – середньоспискова кількість працівників, чол;

$Д$ – сумарна втрата днів працездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Основні показники виробничого травматизму та захворювань наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні показники травматизму та захворювань в ТОВ «Горизонт» за 2020 – 2022 роки

Показники	Роки		
	2020	2021	2022
Кількість працюючих, чол.	30	30	30
Кількість нещасних випадків, од	-	1	-
Кількість захворювань, од	-	-	3
Втрати днів непрацездатності			
- від травматизму	-	36	-
- від захворювань	-	-	-
Коефіцієнт частоти:			
- від травматизму	-	33,3	-
- від захворювань	-	-	-
Коефіцієнт важкості:			
- травматизму	-	36	-
- захворювань	-	-	-
Коефіцієнт втрат робочого часу:			
- від травматизму	-	1200	-
- від захворювань	-	-	-

З отриманих даних бачимо, що загальний стан охорони праці потребує подальшого покращення.

5.4 Розрахунок системи штучного освітлення приміщення ВТЛ

Приміщення лабораторії передбачено обладнати світильниками з люмінесцентними лампами (рис. 5.1). Приміщення має бути з побіленою стелею, світлими стінами та темною підлогою. Для нормальних умов роботи персоналу необхідно визначити потужність джерел світла, загальну потужність освітлювальної установки, необхідної для забезпечення нормованої освітленості.

Відстань від низу світильника до робочої поверхні визначаємо по формулі:

$$h_p = H - h_n - h_c, \quad (5.8)$$

де H – висота приміщення, м;

h_n – відстань від підлоги до розрахункової поверхні, м;

h_c – відстань від стелі до світильника, м.

$$h_p = 3,5 - 1 - 0,5 = 2 \text{ м}$$

Індекс приміщення визначаємо з виразу:

$$i = \frac{AB}{h_p(A+B)}, \quad (5.9)$$

де A, i, B – довжина і ширина приміщення відповідно, м;

h_p – висота підвісу світильників над робочою поверхнею, м.

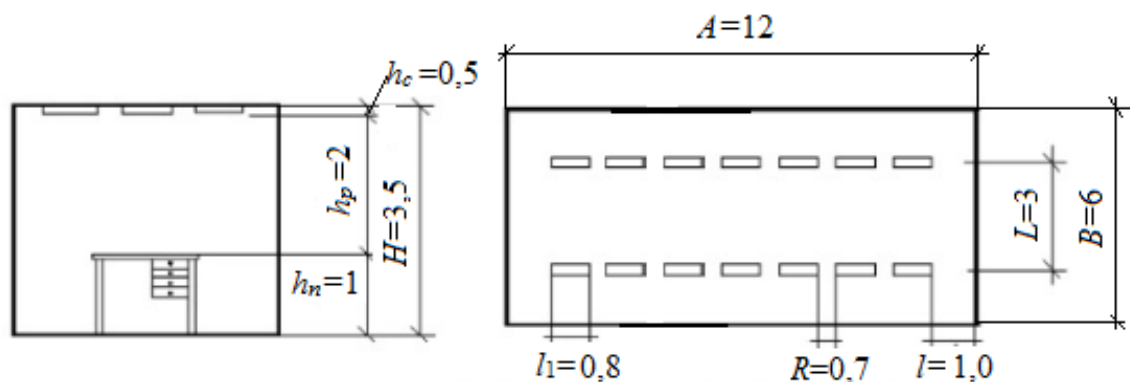


Рисунок 5.1 – Схема розміщення світильників в приміщенні лабораторії

У нашому випадку цей індекс складає:

$$i = \frac{12 \cdot 6}{2(12 + 6)} = 2$$

Для приміщень лабораторій використовують, як правило, світильники з люмінесцентними лампами. В нашому випадку обираємо світильники типу ОДОР, для яких, $i = 2$.

Величину світлового потоку Φ_p одного ряду визначаємо по формулі:

$$\Phi_p = \frac{E_n \cdot S \cdot K \cdot z}{\eta \cdot N_p}, \quad (5.10)$$

де E_n – нормативний рівень освітлення, лк;

K – коефіцієнт запасу, $K=1,8$;

Z – корегуючий коефіцієнт, для люмінесцентних ламп $Z = 1,1$;

S – площа приміщення, м²;

N_p – кількість рядів;

η – коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta=0,55$.

$$\Phi_p = \frac{300 \cdot 72 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{0,55 \cdot 2} = 38880 \text{ лм}$$

Визначаємо кількість світильників

$$n_n = \frac{\Phi_p}{\Phi_n}, \quad (5.11)$$

Отже,

$$n_n = \frac{38880}{3000} = 14 \text{ шт.}$$

Визначаємо розрахункову освітленість

$$E_p = \frac{\eta \cdot n_n \cdot N_p \cdot \Phi_n}{K \cdot S \cdot z}, \quad (5.12)$$

$$E_p = \frac{0,55 \cdot 14 \cdot 2 \cdot 3000}{1,8 \cdot 72 \cdot 1,1} = 324,1 \text{ лк}$$

Таким чином, для обраних світильників типу ОДОР приймаймо люмінесцентні газорозрядні лампи типу ЛБ потужністю 40 Вт.

Висновки до розділу

Розглянуто загальний стан охорони праці на підприємстві ТОВ «Горизонт», встановлено, що відповідальним за стан охорони праці є головний інженер підприємства, який працює за сумісництвом. Виконано розрахунок системи штучного освітлення виробничого приміщення ВТЛ, згідно з розрахунками, обрано світильники типу ОДОР та люмінесцентні газорозрядні лампи типу ЛБ потужністю 40 Вт.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Метою даної роботи було створення технології рисового солоду, що наближається за фізико-хімічними показниками до солоду з пивоварного ячменю.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1	2	3
1-2	Пошук джерел інформації	18
2-3	Написання огляду	8
3-4	Розробка плану проведення досліджень	4
4-5	Підготовка досліджених зразків зерна рису	1
5-6	Дослідження впливу ІЧ-випромінювання та активованої води на процес замочування зерна рису	3
5-7	Дослідження впливу ІЧ-випромінювання та активованої води на процес проростання зерна рису	4
5-8	Дослідження впливу ІЧ-випромінювання та активованої води на процес сушіння рисового солоду	5
5-9	Визначення показників якості та фізико-хімічних властивостей рисового солоду отриманого дослідним шляхом	4
6-10	Обробка результатів експериментальних досліджень	1
7-10		1
8-10		3
9-10		3
10-11	Оформлення результатів досліджень	12
11-12	Формування матеріалу для оприлюднення	8

Перелік робіт, що передбачається ходом проведення дослідження приведений у табл. 6.1. У відповідності до представленого плану було розроблено сітьовий графік (рис. 6.1).

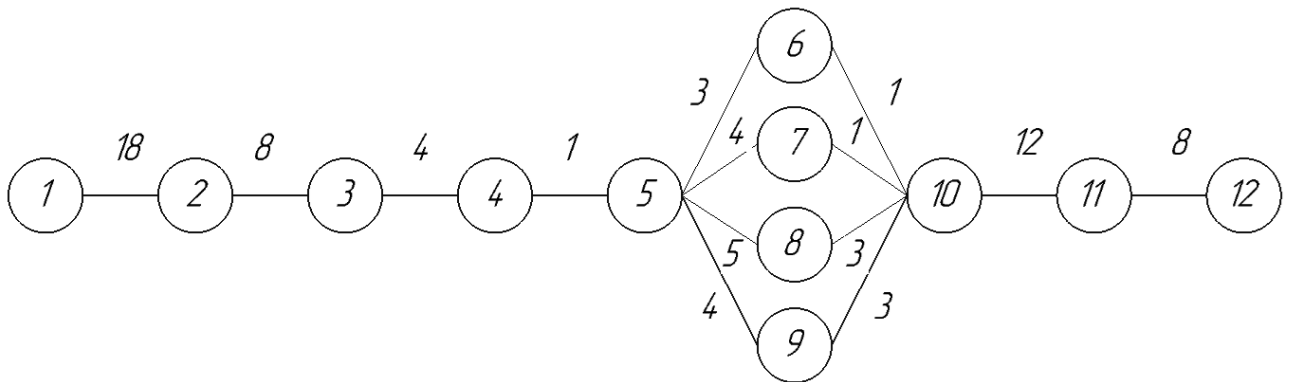


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Зерно рису, кг	6	22,00	132,00
Всього			132,00

Результати розрахунку заробітної плати людей, що приймали участь у дослідженнях наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник робіт	8310	50,40	15	743,50
Всього				743,50

Нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{743,50 \cdot 22}{100} = 163,57 \text{ грн.}$$

Затрати на електроенергію визначають:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

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 солодоростильні та сушарки складають:

$$E_{\text{прор.зерна}} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 1,68 = 160,67 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на персональний комп'ютер:

$$E_{\text{п.к.}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 1,68 = 275,16 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{прор.зерна}} + E_{\text{п.к.}} = 160,67 + 275,16 = 435,83 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (6.3)$$

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.

Результати розрахунків наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Солодоростильня та сушарка	6000,00	15	6	10,86
ПК	10800,5	24	25	163,10
Всього				173,96

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(743,50 \cdot 80)}{100} = 594,80 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис наведений в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Загальний кошторис на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	132,00
Заробітна плата	743,50
Нарахування на заробітну плату	163,57
Електроенергія	435,83
Амортизація	173,96
Накладні витрати	594,80
Всього	2243,41

Перше місце у витратах на проведення досліджень займають витрати на заробітну плату.

6.3 Розрахунок ціни дослідження

Вартість (ціна) дослідження розраховується за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2243,41 + \frac{30 \cdot 2243,41}{100} = 2916,43 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 2916,43 грн.

Висновки до розділу

Найбільшими є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 743,50 грн та 594,80 грн відповідно. Загальна вартість досліджень становить 2916,43 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що створення технології рисового солоду з підвищеною ферментативною активністю є актуальним завданням практично для всіх країн де розвинена галузь вирощування рису і не тільки, запропоновані рішення дозволять збільшити частку використання цієї культури у виробництві напоїв зброджування, зокрема пива, що в свою чергу призведе до розширення асортименту та зниження собівартості продукції.

В опрацьованому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто об'єкт дослідження, яким стало зерно рису сорту «Жасмін» 2021 року урожаю, приведено його основні фізико-хімічні показники, а також розглянуто методи та методики, що були використані при організації та проведення експериментальних досліджень.

Досліджено вплив ІЧ-випромінювання на поглинання вологи зерном рису при замочуванні та його проростання. встановлено оптимальні параметри обробки (щільність променистого потоку 12 кВт/м^2 , тривалість 40 с та вологість зерна 12,5 %), що дозволяють збільшити здатність проростання рису інтенсифікувати надходження вологи в зернівку. Обробка зерна за оптимальних умов дозволяє скоротити тривалість замочування на 35 – 40 год і збільшити здатність проростання на 20 – 25 %.

Визначено здатність активованої води інтенсифікувати процес поглинання вологи зерном рису. Встановлено взаємозв'язок між рН активованої води, швидкістю замочування та рівнем гідролітичних процесів у зерні та визначено оптимальні параметри обробки. Встановлено, що під дією активованої води енергія та здатність проростання підвищилися на 32 % та 22 % відповідно. Також використання активованої води дозволяє збільшити амілолітичну та протеолітичну активність солоду на 10,7 % та 6,9 % відповідно. Інші фізико-хімічні показники в контрольному і дослідному зразку знаходилися практично на одному рівні.

Таким чином, на підставі отриманих даних, можна зробити висновок, що використовуючи рисовий солод, отриманий з використанням досліджених фізичних і фізико-хімічних впливів при оптимальних параметрах можна отримати

солод, що не поступається за показниками контрольному, отриманому з ячмінного солоду.

Розглянуто загальний стан охорони праці на підприємстві ТОВ «Горизонт», встановлено, що відповідальним за стан охорони праці є головний інженер підприємства, який працює за сумісництвом. Виконано розрахунок системи штучного освітлення виробничого приміщення ВТЛ, згідно з розрахунками, обрано світильники типу ОДОР та люмінесцентні газорозрядні лампи типу ЛБ потужністю 40 Вт.

Найбільшими є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 745,50 грн та 594,80 грн відповідно. Загальна вартість досліджень становить 2916,43 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Афанасьєв В. А. Дослідження теплової обробки ячменю із застосуванням ІЧ-нагріву при виробництві комбікормів. Дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н., К.: 1979, 92 с.
2. Бабіченко Н.В., Криленко С.К. Зміна ультраструктури крохмального зерна гречки, рису при тепловій обробці. Харчові технології 1998, с 110.
3. Булгаков Н.І. «Біохімія солоду та пива». К.: 1996. Харчова промисловість, 375 с.
4. Величко Є.Б. та ін. Культура рису. Полтава.: 1994, С 20.
5. Воробйов Н.В. Фізіологія та біохімія культурних рослин. Київ.: - Наукова думка 1998, том 10, 235 с.
6. Воробйов Н.В., Альошин Є.П. Фізіологія рослини. Том 2, випуск 2, вид. Наука. Київ.: 1995, 310 с.
7. Грачова І.М. Технологія солоду. К.: 1990-Харчова промисловість, С 75.
8. Гінзбург А.С. Інфрачервона технологія у харчовій промисловості. К.: - Харчова промисловість 1996, 325 с.
9. Дудченко Л.Г., Кривенко В.В. Харчові рослини. Наукова думка. К.: 1996, 124 с.
10. Юзько О.С., Іванов Н.А. Ферментативна активність рисового борошна. Харчові технології 1995 № 1, С 86.
11. Івановський В., Лазерєв В., Мартиненко Я. Технологічні та біохімічні показники сорту рису Південної України. Зберігання та переробка зерна 1997, № 7, С 78.
12. Івановський В.І., Степанова А.Є. Вплив вологості та температури на біохімічні показники рису-зерна. Зберігання та переробка зерна. Серія-Елеваторна промисловість. Київ.: випуск 2, С 15.
13. Ільясов С.Т., Красніков В.Р. Фізичні основи інфрачервоного опромінення харчових продуктів. К.: -Харчова промисловість 1998, С 31.
14. Кешаніді Х.Л. Технологічні властивості зерна-рису різної крупності..

Харчові технології. К.: 1999. № 4, С 42.

15. Кіреєва Г.І., Упорова Т.В., Нефьодова Ю.В. Інтенсифікація процесів солодоріння. Харчова промисловість. К.: 1994, С 26.

16. Козьміна Є.П. Дроща Е.Я. Зміна структури деяких видів круп при водно-тепловій обробці, Харчові технології. К.: 1993 № 6, С 59.

17. Козьміна Н.П. Біохімія зерна та продуктів його переробки. Друге видавництво. К.: Колос.1976, С 376.

18. Космінський Г.І. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв. Мінськ.: Дизайн ПРО, 2000. С 146.

19. Лебедев Н.Р. Сушіння інфрачервоним променям. К.: Колос, 1996, С 155.

20. Мальцев П.М. Технологія солоду та пива. К.: Харчова промисловість, 1964., 859 с.

21. Мальцев П.М. Хіміко-технологічний контроль виробництва солоду та пива. М.: Харчова промисловість, 1976. 215 с.

22. Нагорний В.В., Харківська Г.З. Технологічні показники рису. Харчові технології, 1998, № 2, С 41.

23. Плотников В.Т. Підвищення ефективності використання зерна. К.: Наука, 1970, № 10, С 38.

24. Портнова Н.Г., Ковалевич Л.С. Використання ферментних препаратів мікробного походження. Харчова промисловість 1991 № 9, С 56.

25. Приднікова Г.М., Анастасіаді І.П. Зміна в білковому комплексі шліфованого рису при зберіганні. Вісті ВНЗ. Харчові технології, 1997, №4, С 55.

26. П'ятков І.Ф. Дослідження фізичного впливу інфрачервоного випромінювання на зерно. Дисертація на здобуття наукового ступеня к.т.н, Харків 1997, 126 с.

27. Ротов І.А., Горбатов А.В. Фізичні методи обробки харчових продуктів. К.: Харчова промисловість, 1994, 110 с.

28. Смирнова Л.В. Дослідження харчової цінності рису та шляхи поліпшення його якості. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня

к.т.н., Київ, 1966, 26 с.

29. Соседов Н.І., Алексева Л.В. та ін. Фізико-хімічні та технологічні основи зберігання та переробки рису-зерна. М.: Колос 1999, 287 с.
30. Токарев В.Ф. «Обробка зерна з метою збереження та підвищення його поживності». Сільське господарство за кордоном 1975 № 3, С 38.
31. Чеботарьов О.М. Температура як чинник інтенсивності загоєння тріщин у ядрі рису. Харчові технології, випуск 5-6, 1996, С 37.
32. Яковенко В.А., Ісарова Л.Ю. Амінокислотний склад кукурудзи у зв'язку з її тепловою обробкою. Харчова технологія 1990 № 2, С 68.
33. Яковенко В.А., Темнов П.А. Вплив гідротермічної обробки на амінокислотний та фракційний склад білків зерна та крупи гороху, квасолі». Харчова технологія 1990 № 1, С 57.
34. Blasundaram C. Nutritive composition of rice varieties. *Riso* 1998, v 27, №3, p 239-242.
35. Chosh B. Changes of some metabolites in rice seeds during ageing. *Seed technology* 1991, v 9, №2, p 469-473.
36. Crouch M., Sussex I. Development and storage protein synthesis in *Brassica napus* L. embryos in vitro and in vivo. – *Planta*, 1991, v.153, P.64-74.
37. Geither Dorglas H., Lutz. Donald H., Forrence Leonard E. Abscisic acid stimulates elongation of excised pea root tips. *Plant Physiol* 2015, 55, № 5, p 948
38. Gultinan MJ, Deikman J. Molecular and genetic approaches to study of plant hormone action». *Hortic. Revs., New-York etc.*, 2004, v.16, P.1-32.
39. Heiman N., Heinrich B. Uber das Verhalten von Flarono inden im oxydations sistem. *Arch.* 1990, 293/65, p. 598
40. Kajamani Shingo, Wender SH, Smith Eddice. Inhibition of glucose-6-phosphale dehydrogenase from tobacco tissue culture be sconpoletin and scopolin. *Phytochemistry* 2001, 10, № 7, p 1501-1503
41. Karivaratharaju T.V. Free amino acid changes during seed developmental stages in dormant rice. *Madras, Agr.* 1993, v 60, p 1194-1196.
42. Mastovsky J., Karel V. Polusys gibbeerelinemve slaclarskem a pirovrskom

průmysly. Krasny prymysl 2001, № 11, p 241.

43. Matsui H., Chiba S., Shimomura T. Purification and some properties of active P- amylase in rice. Agric. Biol. Chem. 2007, v 41, p 841-847.

44. Miaytas, Akazana I. Enzymic mechanism of starch breakdown in germinating rice seeds. Biosynthesis of a-amylase in rebating до protein gbycosylation. Plant physical 2012, v 70, p 147-154.

45. Mitsui T., Christeller J., Nishimura J. Calcium i calmodulin в rice seed seutell ar Epithelium. Plant physical 2004, v 75, p 121-122.

46. Palmiano E., Baun L., Perez C. Enzymes of starch metaboli in the dereloping rice grain. Plant Physical 2000, v 46, p 429.

47. Piendl A. Brewing technology and molecular biology. Brew. Dig 2001, 46, № 5, p 72

48. Selomo Mario, Evola Conceta, Sooma Vincenzo. Modifiizioni del metabolismo fenolico e «mal secco» degli agrumi in semenzal di arancio amaro con precendendi da virms. Phytopathol mediter 2011, 10, № 2, p 195.

49. Soudheimer E., Tzou DS, Galson EG. Absciscic acid lorebs seed dormancy. Plant Physiol 2007, 43, № 9, p 1443-1447

50. Takahashi K. Absciscic acid as a stimulation for rice mesocotyl growth. Nature 2002, № 19, p 92-93

51. Thermische Pehandlung ron Getreide в tilremahrung «Die muhle und mischfutter techmik». 2007, № 144, v 33, p 476-477.

52. Vallot Virginia, Clutter Mary. Effect of absciscic acid on growth RNA metabolism and respiration in germinating bear ex's. Plant Physiol 2015, 56, p 570

53. Wagenaar S., Lugtenlorg T. A-amylase of rice seed. Phytochemistry 2003, v 12, p 1234-1247.