

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"
на тему:

**Обґрунтування виробництва гречаного
солоду**

Виконав: студент 2 курсу, групи МгХТз-1-17
за спеціальністю 181 "Харчові технології"

_____ Євдокімов Пилип Віталійович

Керівник: _____ Кошулько Віталій Сергійович

Рецензент: _____

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 181 "Харчові технології"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки

сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

« _____ » _____ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Євдокімову Пилипу Віталійовичу

1. Тема роботи «Обґрунтування виробництва гречаного солоду».

Керівник роботи Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» жовтня 2020 року № 2676.

2. Строк подання студентом роботи 02 грудня 2019 року є

3. Вихідні дані до роботи 1. Літературні джерела та періодичні видання.

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва солоду та продуктів на його основі. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Об'єкти і методи досліджень. 3

Дослідна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів. 5

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Огляд літератури. 2. Мета та задачі досліджень. 3. Структурна схема проведення досліджень. 4 Дослідна частина. 5 Практичне впровадження отриманих результатів. 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7. Кошторис витрат на проведення досліджень. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Кошулько В.С., доцент	21.10.2020	27.11.2020
5	Кравець В.В., доцент	21.10.2020	27.11.2020
6	Павленко О.С., доцент	21.10.2020	27.11.2020

7. Дата видачі завдання 21 жовтня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	21.10-22.10.20	виконано
2	Огляд літератури	23.10-24.10.20	виконано
3	Об'єкти і методи досліджень	24.10-25.10.20	виконано
4	Дослідна частина	26.10-01.11.20	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	02.11-15.11.20	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.11-20.11.20	виконано
7	Організаційно-економічна частина	21.11-22.11.20	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	23.11-24.11.20	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	25.11-26.11.20	виконано

Студент

(підпис) _____

Євдокімов П.В.

Керівник роботи

Кошулько В.С.

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 105 сторінки друкованого тексту, 22 рисунки та ілюстрацій, 25 таблиць та використано 68 літературних джерел посилань.

Мета роботи: науково-практичне обґрунтування і розробка технології виробництва гречаного солоду.

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

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу солодоращення з якісними показниками кінцевого продукту.

Відомо, що солод в порівнянні з зерном містить значно більше вітамінів, вільних амінокислот, низькомолекулярних вуглеводів та інших корисних речовин. Використання гречаного солоду дозволило б збагачувати продукти харчування біологічно активними речовинами, збільшити харчову і біологічну цінність продуктів, урізноманітнити їх асортимент, а також можна було б розширити дієту хворих на целіакію (глютеніна непереносимість). Однак солод з гречки в промислових масштабах поки не виробляється. Це пов'язано, в першу чергу, з відсутністю ефективності технології його отримання.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Сучасні тенденції виробництва солоду в світі і Україні	10
1.2 Технологія виробництва солоду	12
1.3 Характеристика зерна гречки як сировини для отримання солоду	18
1.3.1 Будова зерна гречки	18
1.3.2 Хімічний склад зерна гречки в порівнянні зі злаковими культурами	20
1.3.3 Використання гречки в промисловості	28
1.3.4 Використання гречки в виробництві напоїв бродіння	31
Висновки до розділу. Мета та завдання досліджень	35
2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
2.1 Об'єкти досліджень	38
2.2 Методи досліджень	38
2.2.1 Визначення білка в зерні гречки	38
2.2.2 Визначення крохмалю в зерні гречки	38
2.2.3 Визначення вологи в зерні гречки	39
2.2.4 Визначення водочутливості зерна гречки	39
2.2.5 Визначення енергії і здатності проростання зерна гречки	39
2.2.6 Визначення енергії проростання зерна гречки	39
2.2.7 Отримання гречаного солоду	40
2.2.8 Визначення вологи в гречаному солоді	41
2.2.9 Визначення швидкості потоку повітря в сушильній камері	41
2.2.10 Визначення частки втрат СР в процесі приготування солоду	41
Висновки до розділу	42
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	43
3.1 Дослідження технохімічних і фізіологічних показників якості зерна гречки	43
3.2 Визначення оптимальних умов солододорощення зерна гречки	54

3.2.1 Вибір оптимальної температури пророщування гречки	54
3.2.2 Дослідження впливу рівня вологості зерна гречки на його амілолітичну активність в процесі пророщування	57
3.2.3 Визначення оптимального часу пророщування	61
3.3 Визначення оптимальних режимів сушіння гречаного солоду	62
3.3.1 Вибір оптимальної температури сушіння гречаного солоду	62
3.3.2 Визначення найбільш оптимального режиму сушки на основі проведених експериментів	65
3.3.3 Визначення втрат сухих речовин зерна гречки в процесі приготування солоду	67
3.4 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників готового гречаного солоду	68
Висновки до розділу	72
4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	73
4.1 Розробка технології та технологічної схеми отримання гречаного солоду	73
Висновки до розділу	75
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	76
5.1 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в приватному підприємстві «Агробізнес Газда»	76
5.2 Привила безпечного виконання робіт оператором солодоростильних комплексів	78
5.2.1 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в підприємстві	82
5.3 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення на підприємстві	85
5.4 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі пожежі	86
Висновки до розділу	87
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	88
6.1 Організація проведення дослідження	88

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	93
6.3 Розрахунок вартості дослідження	96
Висновки до розділу	96
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	97
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	99
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Гречка – традиційна сільськогосподарська культура для України, яка використовується переважно для виготовлення гречаної крупи і борошна – цінних продуктів харчування. Зерно гречки характеризується виключними харчовими і дієтичними перевагами: біологічна цінність її білка близька до еталонної, високий вміст біофлавоноїдів, в тому числі рутина, вітамінів групи В, макро- і мікроелементів, таких як фосфор, залізо, мідь і ін. особливістю білкового складу є майже повна відсутність глютену [1, 44]. Всі ці переваги гречки, в порівнянні з зерном інших культур, дозволяють використовувати її в дієтичному харчуванні [45].

Відомо, що солод в порівнянні з зерном містить значно більше вітамінів, вільних амінокислот, низькомолекулярних вуглеводів та інших корисних речовин. Використання гречаного солоду дозволило б збагачувати продукти харчування біологічно активними речовинами, збільшити харчову і біологічну цінність продуктів, урізноманітнити їх асортимент, а також можна було б розширити дієту хворих на целіакію (глютенова непереносимість). Однак солод з гречки в промислових масштабах поки не виробляється. Це пов'язано, в першу чергу, з відсутністю ефективності технології його отримання.

Незважаючи на те, що в останні роки опубліковані роботи і вітчизняних [1] і закордонних учених, присвячені дослідженню можливості отримання солоду з гречки і використання його у виробництві хлібобулочних виробів і напоїв бродіння (пиво, квас), ряд питань залишається відкритим.

У даних роботах недостатньо досліджені способи замочування зерна гречки при солододорощенні, не в повній мірі вивчені технологічні параметри сушки гречаного солоду, не враховані сортові особливості гречки при отриманні солоду. У зв'язку з цим дослідження з розробки ефективності технології гречаного солоду є актуальними.

Мета роботи: науково-практичне обґрунтування і розробка технології виробництва гречаного солоду.

Задачі досліджень:

- дослідити технохімічні і фізіологічні показники зерна гречки різних сортів (вміст білка і крохмалю, а також рутину, енергію і здатність проростання в різні періоди року, ступінь водочутливості);
- визначити оптимальні режими сушіння гречаного солоду;
- дослідити органолептичні і фізико-хімічні показники гречаного солоду;
- розробити технологію і технологічну схему отримання гречаного солоду;
- дослідження стану охорони праці в ПП «Агробізнес Газда»;
- провести розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

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

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу солодоращення з якісними показниками кінцевого продукту.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Сучасні тенденції виробництва солоду в світі і Україні

За останні 20 років обсяги пива, виробленого в Україні, збільшилися в 3 рази. Це стало можливим за рахунок якісного зростання в технічному розвитку вітчизняної пивоварної галузі: впровадження нових технологій, а також оснащення підприємств сучасним технологічним обладнанням [3, 41].

На сьогоднішній день український пивоварний ринок став одним з найбільших в світі за обсягом виробництва пива. Так в 2019 році за цим показником Україна зайняла четверте місце – 98,14 млн. л, що склало 5,1 % від загальносвітового виробництва [8]

У свою чергу збільшення обсягів виробництва пива зажадало будівництва нових потужностей з виробництва солоду. За останні роки зроблено значний спад в забезпеченні галузі вітчизняним солодом. Так, якщо у 2016 – 2017 р забезпеченість пивоварної галузі солодом українського виробництва не перевищувала 60 %, то в 2018 р вона склала 40 % [14]. Виробництво солоду зросло з 357 тис. т на рік в 2010 р до 955 тис. т на рік в 2019 р, тобто збільшилася більш ніж в 2,5 рази (рисунок 1.1).

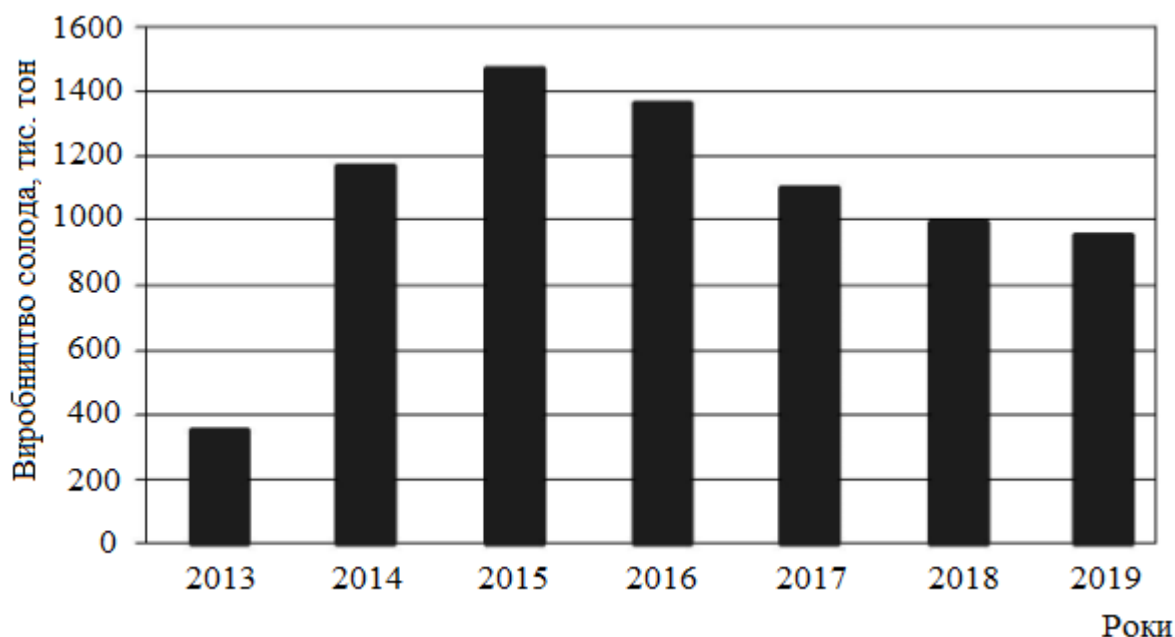


Рисунок 1.1 – Виробництво солоду в Україні (тис. тон)

Таким чином, на сьогоднішній день Україна входить в список найбільших країн-виробників солоду (рисунок 1.2). Очолює список Китай – 13 % від світового виробництва, на другому місці Німеччина – 12 %, третє місце ділять США і Франція – 10 % [19].

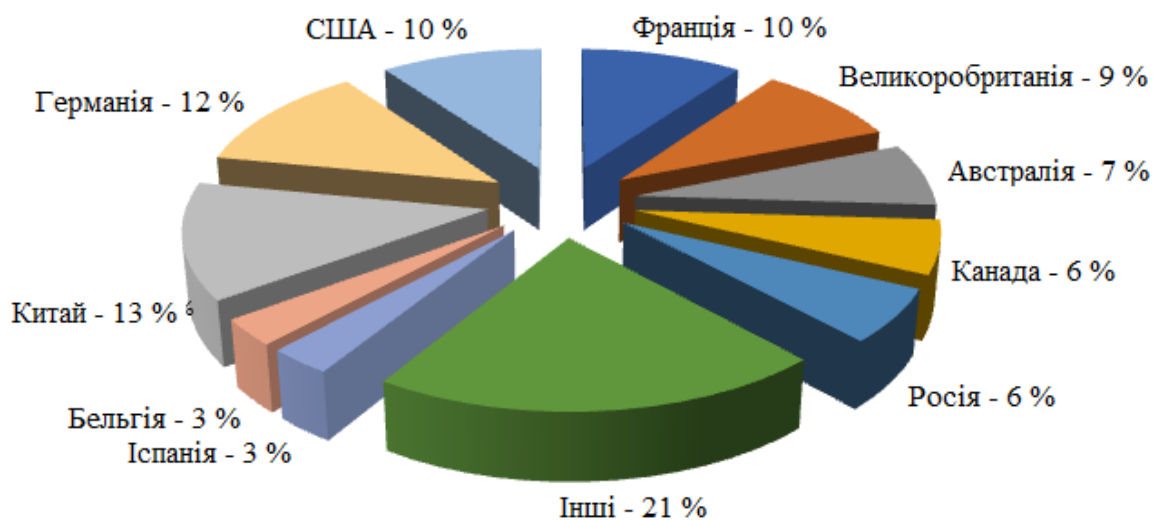


Рисунок 1.2 – Найбільші країни-виробники солоду

Однак, не дивлячись на великі обсяги виробництва солоду, вітчизняні підприємства не справляються з задоволенням попиту на сировину внаслідок дефіциту вітчизняного пивоварного ячменю. Щорічна потреба для України в пивоварному ячмені становить близько 1,8 млн. т [13, 48], яка покривається імпортними поставками. У 2018 році основними країнами-експортерами були Аргентина (96,7 тис. т), Данія (89,9 тис. т) і Франція (46,6 тис. т) [14].

Таким чином, стан і перспективи розвитку українського ринку солоду і пивоварного ячменю визначаються динамікою і тенденціями попиту підприємств пивоварної галузі, станом виробничої бази з випуску даних видів продукції, виробничою та інвестиційною активністю вітчизняних і закордонних постачальників [48].

Одним із способів задоволення потреби у вітчизняному солоді для пивоварної промисловості можна вважати використання крім ячменю інших зернових культур, які вирощуються в Україні, таких як пшениця, жито, овес,

тритикале, гречка та ін. Це дозволило б також значно збільшити і асортимент продукції, що випускається.

На сьогоднішній день в Україні для виробництва пива поряд з ячмінним солодом використовується пшеничний, імпорт якого становить близько 2 тис. тон на рік. Інші види солоду як і раніше залишаються непопулярними [10].

1.2 Технологія виробництва солоду

Солод – це зерно, штучно пророщене і висушене в визначених умовах. В процесі солодоращення в зерні протікають складні біохімічні процеси, в результаті яких синтезуються і активуються ферменти, а також змінюються і утворюються нові компоненти зерна [8, 62].

В основному солод застосовується для приготування напоїв бродіння, таких як пиво і квас, де він використовується або в якості єдиної зернової сировини, або в суміші з не солодженими продуктами (кукурудза, ячмінь, рис, овес, цукор) [9, 43, 51, 54, 62].

У виробництві солоду виділяються наступні технологічні стадії:

- очищення і сортування зерна;
- мийка і замочування зерна;
- пророщування (солодоращення) зерна;
- сушка свіжопророслого солоду;
- відділення від солоду паростків;
- відлежування і зберігання солоду [66].

Загальна схема виробництва солоду представлена на рисунку 1.3.

В результаті очищення з основної культури виділяються мінеральні, органічні, металеві та зернові домішки, а також насіння дикорослих рослин. Після очищення зерно проходить сортування в залежності від його розмірів. Необхідність сортування обумовлена тим, що зерна різного розміру мають різну здатність поглинати вологу. Дрібні зерна інтенсивніше накопичують вологу і надалі при солодоращенні розвиваються швидше, ніж великі [61].

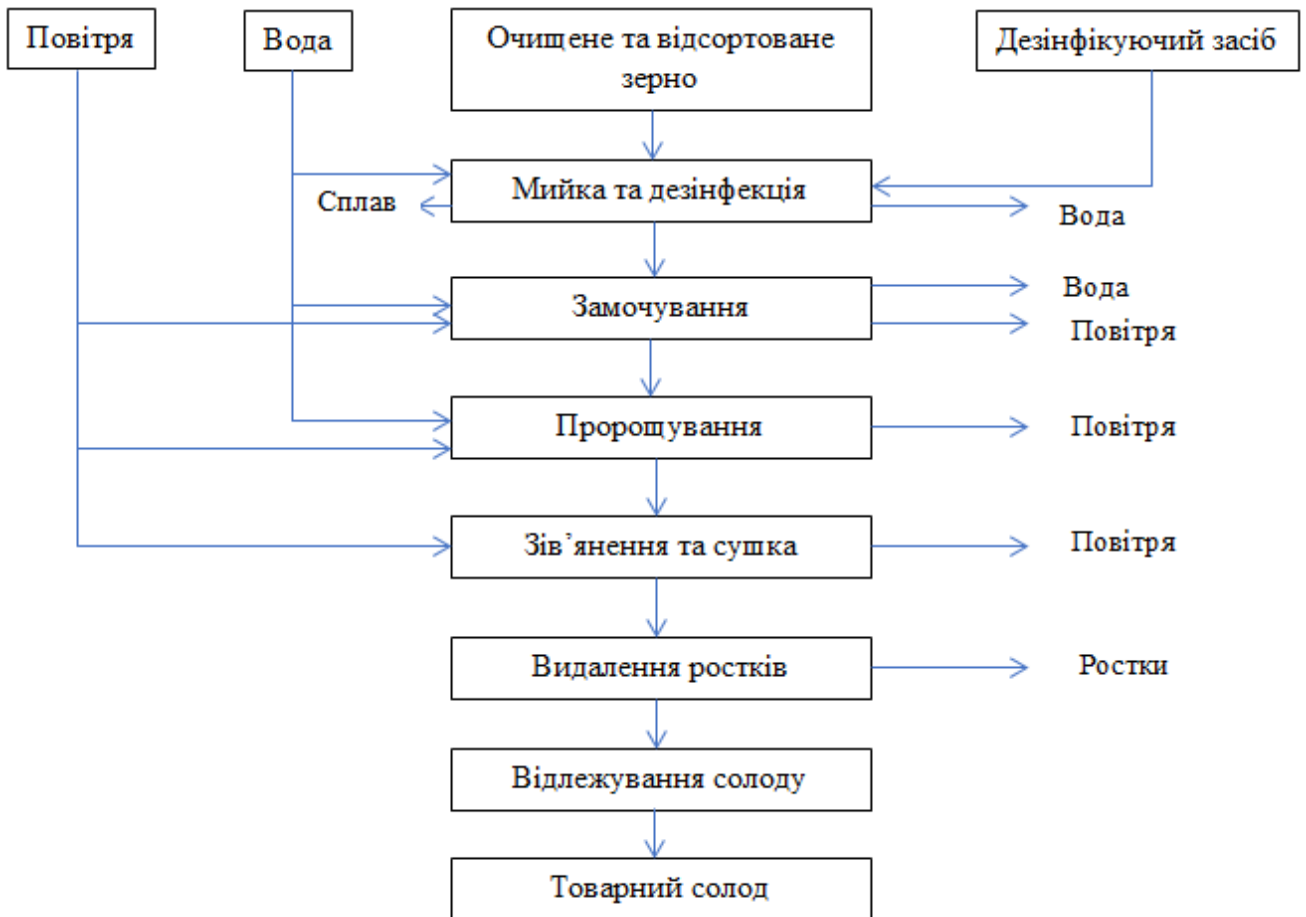


Рисунок 1.3 – Загальна схема виробництва солоду [10]

Технологічними цілями мийки зерна є видалення легких домішок та забруднень з поверхні зерна, а також його дезінфекція, при цьому проходить попереднє зволоження зерна до вологості 25 – 30 % [62].

Під час його подальшого зволоження до 43 – 48 % в процесі замочування в зерні починають активізуватися життєві процеси. Вільна вегетаційна волога, що утворилась в зерні забезпечує активацію ферментів, які проникають в ендосперм і переводять нерозчинні речовини зерна в розчинні і легко засвоювані зародком. В результаті активації ферментів в зерні прискорюються біохімічні процеси, особливо його дихання [7].

Для кожного виду зерна ступінь замочування різна. Наприклад, жито і просо замочують до вологості 40 – 46 % [62], ячмінь і овес - 44 – 45 % [62]. Також ступінь замочування залежить від типу одержуваного солоду. Для приготування

світлого солоду необхідна вологість (W) в зерні повинна складати 42 – 45 %, темного – 45 – 47 % [60].

Залежно від фізіологічного стану зерна, а також від поставлених інженерних задач процес замочування може здійснюватися одним з таких способів:

1. Повітряно-водяне замочування, при якому зерно поперемінно знаходиться то під водою при аеруванні протягом 10 – 15 хв кожні 1 – 2 години, то без води. Тривалість замочування до досягнення необхідного рівня вологості становить 60 – 70 год. Даний спосіб є традиційним для замочування ячменю і більшості інших культур [62].

2. Зрошувальне замочування, при якому зерно безперервно зрошується водою і аерується кондиціонованим повітрям. Така технологія замочування свідчить про високий ступінь очищення зерна. Тривалість процесу становить близько 48 годин [66].

3. Повітряно-зрошувальне замочування, при якому зрошення зерна водою чергується тривалими повітряними паузами, під час яких здійснюється аерація [62].

4. Замочування в безперервному потоці води і повітря, при якому в апарат безперервно подається насичена повітрям вода [10].

Технологічними цілями солодоращення є:

- біосинтез і активація ферментів в зерні;
- біотрансформація речовин в зерні в результаті каталітичної дії ферментів [8].

Для отримання солоду пророщування ведуть таким чином, щоб утворилась певна кількість ферментів, сприятлива для бажаних перетворень речовин, що знаходяться в зерні. Занадто низьке або, навпаки, надмірне накопичення ферментів в процесі пророщування є небажаним і знижує якість солоду [8].

При розробці технології солодоращення необхідно мати на увазі, що:

- пророщування може проходити тільки при достатній кількості води, тому необхідно, щоб пророщуване зерно мало вологість більше 40 %;

- пророщуване зерно повинно забезпечуватися достатньою кількістю кисню;
- з підвищенням температури зерна зменшується кількість ферментів, тому максимальна температура при пророщуванні світлого солоду 17 – 18 °С, темного – 23 – 25 °С [43].

При пророщуванні в результаті підвищення активності ферментів починається розщеплення високомолекулярних сполук зерна (крохмалю, білка, ліпідів, некрохмальних полісахаридів і ін.) з утворенням простих низькомолекулярних сполук, які витрачаються як на дихання зерна, так і наріст зародка [8, 62].

Більшість ферментів в відпочиваючому зерні знаходиться в неактивному, зв'язаному з білками стані. При проростанні зерна білки під дією протеолітичних ферментів розщеплюються, і пов'язані з ними ферменти переходять у вільний, активний стан. Підвищення ферментативної активності обумовлено, також утворенням нових ферментів. При солододороженні активність амілолітичних ферментів (α - і β -амілази) зростає в 3 – 5 разів, протеолітичних – в 2 – 4 рази, фосфотаз – в 7 – 10 разів, цитолітичних – в 3 рази [8].

Крохмаль ячменю, який представляє собою суміш приблизно 25 % амілози і 75% амілопектину, в процесі пророщування зерна розщеплюється в основному під дією α - і β -амілаз. Остання впливає на молекулу амілози або амілопектину з нередикуючого кінця і відщеплює молекулу мальтози. Таким чином амілоза гідролізується повністю, а амілопектин – приблизно на 50 % з утворенням амілодекстріна. α -амілаза, навпаки, діє в амілозі і амілопектині на внутрішні зв'язки. Вона гідролізує амілозу до мальтози, амілопектин – до низькомолекулярних декстринів, які стають доступними для нового впливу (β -амілази [8, 62].

У непророслому зерні одна частина (β -амілази знаходиться у вільному стані, інша – пов'язана з нерозчинним білком дисульфідними містками. Кількість активної (β -амілази в непророслими ячмені становить від 60 до 200 одиниць

Віндіш-Кольбаха (од. *W·K*) і залежить перш за все від вмісту білка, а також від сорту зерна, кліматичних умов, року і місця оброблення.

У процесі пророщування пов'язана β -амілаза переходить в активний стан шляхом розриву дисульфідних зв'язків. Активність β -амілази досягає максимальних значень на 4 – 5 добу пророщування зі збільшенням вологості зерна до 43 – 45 %. Більш високий рівень вологості не дає помітного ефекту. Також встановлено, що з підвищенням температури вище 15 °C її активність теж не інтенсифікується [8, 62].

Загалом, на активність β -амілази вплив технологічних режимів відносно невеликий. Основним фактором її активності є вміст білка в вихідному зерні.

α -Амілаза на відміну від інших ферментів в непророслому зерні відсутня і утворюється тільки в процесі проростання зерна. При цьому її накопичення збільшується протягом всього циклу пророщування. Цей фермент реагує на властивості ячменю і зміну умов пророщування. Чим триваліший період від посіву до збирання, тим вище α -амілазна активність, причому великий вплив має сорт ячменю та тривалість вегетаційного періоду [60].

В кінці пророщування свіжопророслий солод слід оцінювати за його зовнішніми ознаками і властивостями ендосперму. Запах свіжопророслого солоду повинен бути свіжим і нагадувати огірковий. Утворені паростки повинні бути однакової довжини. При розтиранні зерна має утворитися борошнистий порошок. Ступінь розчинення у всіх зерен повинен бути по можливості рівномірний.

Визначення якості готового свіжапророслого солоду здійснюється з урахуванням необхідного типу солоду і очікуваних перетворень при сушінні.

У процесі сушіння свіжопророслого солоду вирішуються такі технологічні задачі:

- зниження вологості солоду до 4,0 – 4,5 % для його тривалого зберігання і транспортування;
- придушення фізіологічних і ферментативних процесів в зерні;
- набуття солодом специфічних органолептичних властивостей, характерних для кожного типу солоду (смак, колір, аромат);

- збереження комплексу ферментів, що утворилися в процесі солодоращення;

- надання крихкості і ламкості паросткам солоду для їх подальшого видалення [8].

При розробці технології сушіння необхідно мати на увазі, що:

- ферменти солоду краще протистоять високій температурі при більш низькій вологості;

- для збереження ферментів підйом температури сушіння повинен бути поступовим;

- температура сушіння не повинна підніматися вище 50 °С до тих пір, поки вологість солоду не буде нижчою 12 – 10 %. В іншому випадку крохмаль солоду клейстеризується і після охолодження утворюється непридатний «склоподібний» солод.

У процесі сушіння солоду під дією високих температур активність ферментів знижується за рахунок денатурації білкових молекул. У одних ферментів термічна інактивація відбувається в більшій мірі, в інших – в меншій. Так при сушінні світлого солоду загальна амілолітична активність знижується на 30 – 40 % у порівнянні з активністю свіжопророслого солоду. При цьому β -амілаза інактивується в більшій мірі, ніж α -амілаза, яка більш стійка до підвищених температур. Фосфатази до кінця сушки зі зберігають тільки 25 – 30 % своєї активності в порівнянні зі свіжопророслим солодом [62].

Активність термостійких ферментів в процесі сушіння навпаки збільшується. Так, активність деяких пептидаз зростає на 30 %, α -амілаз – приблизно на 15 %. Це явище пояснюється тим, що на початкових етапах сушіння при температурі, що не перевищує 50 °С, біосинтез ферментів триває. І хоча при подальшому підвищенні температури вони частково інактивуються, кінцева активність їх буде вище, ніж в свіжопророслому солоді [8, 62].

Таким чином, з огляду на все вищезазначене, при розробці ефективної технології виробництва солоду, необхідно підбирати такі умови, при яких за

короткий період всього процесу ферментативна активність готового солоду була б на високому рівні.

Відразу після сушки видаляють паростки, оскільки вони містять комплекс речовин, що мають гіркий смак, що згодом негативно вплине на органолептичні властивості солоду і отриманого з нього продукту. Крім того, в процесі зберігання невидалені паростки поглинають значну кількість вологи, яка негативно впливає на тривалість зберігання солоду, а також на подальше його використання при виготовленні пива [43, 62].

Висушений солод повинен пройти попереднє відлежування, під час якого відбуваються фізичні і хімічні перетворення, що полегшують наступну переробку солоду. В основному вони визначаються невеликим поглинанням води. Крім того, в процесі відлежування частина ферментів відновлюється після теплової обробки. Тривалість відлежування зазвичай становить близько 30 діб, після чого солод може бути використаний для виготовлення пива.

1.3 Характеристика зерна гречки як сировини для отримання солоду

1.3.1 Будова зерна гречки

Гречка на відміну від злаків є дводольною рослиною. Зерно гречки посівної в поперечному розрізі представлено на рисунку 1.4. Зародок його дуже великий і в вигляді S-подібної стрічки пронизує все тіло плода [44, 47].

Плоди гречки називаються зерном, зерно в свою чергу, що йде на посів – насінням, лущений плід – ядром, а лущпиння (плодова оболонка) – лузгою.

Розміри зерна, колір плодової оболонки є сортовими ознаками гречки. Так, розміри зерна в залежності від сорту можуть варіювати в широких межах: довжина – від 4,0 мм до 6,0 мм, ширина – від 3,0 мм до 4,5 мм. Відповідно варіює і маса 1000 зерен (натура) – від 12 г до 35 г.

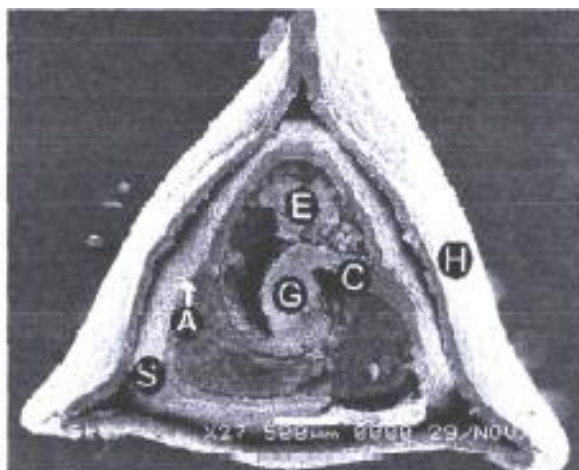


Рисунок 1.4 – Зерно гречки в поперечному розрізі,
де *H* – лузга; *S* – насіннева оболонка; *A* – алейроновий шар; *G* – зародок;
F – крохмалисті ендосперм; *C* – сім'ядолі.

Зерно гречки покрито шкірястою оболонкою товщиною 0,1 – 0,2 мм, яка охоплює все ядро, зростаючись при цьому з ним лише в середині основи. Забарвлення оболонки може бути світло-сірим, сріблястим, темно-сірим, світло-коричневим, темно-коричневим і навіть майже чорним. Воно може бути однотонним або з різними малюнками у вигляді точок, штрихів і ін. [44].

Співвідношення частин зерна гречки наступне: плодова оболонка (плівчастість) – 17 – 25 %, насіннева оболонка – 1,5 – 2 %, алейроновий шар – 4 – 5 %, ендосперм – 55 – 65 %, зародок – 10 – 15 %. Вміст основних речовин в різних частинах зерна варіює в різних межах (таблиця 1.3).

Таблиця 1.1 – Хімічний склад різних частин зерна гречки у % на СР [44, 45]

Зерно і його частини	Білкові речовини	Крохмаль	Цукри	Клітковина	Ліпіди	Зольність
Зерно	8 – 16	50,0 – 70,0	0,4 – 0,8	10,0 – 17,0	1,8 – 3,7	2,0 – 2,5
Ядро з зародком	13,5 – 15,0	67,0 – 80,0	0,3 – 0,5	1,5 – 1,8	2,2 – 4,6	2,3 – 2,4
Зародок	40,0 – 49,5	18,0 – 20,0	1,8 – 3,4	3,5 – 4,0	10 – 24	7,0 – 10,0
Плодова оболонка	3,0 – 5,0	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	62,0 – 85,0	0,5 – 1,3	1,8 – 2,5

Гречка завдяки ребристій формі зерен має велику пористість (показник, що характеризує ступінь заповнення повітрям проміжків між зернами в насипу), що становить 50 – 60 %. У зв'язку з цим вона легко піддається сушінню, надаючи менший опір руху повітря. Висока пористість насипу гречки обумовлює підвищену повітряпроникність природному руху повітря. Тому насип гречки швидше набуває температури зовнішнього повітря, швидше віддасть тепло, і в ній повільніше розвинеться самозігрівання. Таким чином, ці властивості зерна гречки сприятливо впливають на процеси сушіння і відлежування гречаного солоду.

1.3.2 Хімічний склад зерна гречки в порівнянні зі злаковими культурами

За хімічним складом зерно гречки близько до злакових культур (таблиця 1.2). Однак у гречки, як і у рису, спостерігається підвищений вміст клітковини.

З іншого боку зерно гречки є унікальним, тому що співвідношення різних частин зерна і їх хімічний склад відрізняється від таких для злаків (таблиця 1.3).

Таблиця 1.2 – Хімічний склад зерна різних зернових культур, у % [45, 46]

Показник	Гречка	Ячмінь	Рис	Кукурудза	Пшениця	Жито
Вода	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Білок	11,6	11,5	7,3	10,3	13,2	9,9
Ліпіди	2,3	2,0	2,0	4,9	1,9	1,6
Вуглеводи	59,5	65,8	63,1	67,3	67,5	70,9
Клітковина	10,8	4,3	9,0	2,1	2,3	2,9
Зольність	1,8	2,4	4,6	1,2	1,6	1,7

Таблиця 1.3 – Співвідношення частин зерна гречки і злакових культур, % [47]

Частини зерна	Зернопродукти		
	Гречка	Ячмінь	Жито
Плодова або полова оболонка (плівчатість)	17 – 25	3,5 – 4,0	5,0 – 7,0
Насіннева оболонка	1,5 – 2,0	2,0 – 2,5	1,9 – 6,0
Алейроновий шар	4,0 – 5,0	12,0 – 14,0	11,0 – 12,0
Ендосперм	55,0 – 65,0	63,0 – 69,0	73,0 – 77,0
Зародок	10,0 – 15,0	2,5 – 3,0	3,5 – 3,7

Так, в порівнянні зі злаками, гречка має більш високу плівчастість і великий зародок, але меншу частку алейронового шару. Ці відмінності істотні для процесу приготування гречаного солоду і сусла, оскільки впливають в першу чергу на їх екстрактивність.

Особливістю фракційного складу білка зерна гречки в порівнянні з білками злакових є майже повна відсутність проламінів, низький вміст глютелинів і, навпаки, переважання глобулінів і альбумінів (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 – Фракційний склад білка зерна гречки і деяких злакових культур, % від загального вмісту білка [45, 47]

Фракції	Зернопродукти				
	Гречка	Ячмінь	Пшениця	Рис	Кукурудза
Альбуміни	21 – 24	2,8 – 6,4	0,3 – 5,2	5,8 – 11,2	0 – 10,0
Глобуліни	42 – 45	7,5 – 18,1	0,6 – 12,6	4,8 – 9,2	4,5 – 6,0
Проламіни	1,1 – 1,2	37,2 – 41,6	35,6 – 99,0	4,4 – 14,0	29,9 – 55,0
Глютелини	10 – 12	26,6 – 41,9	0 – 28,2	63,0 – 70,0	30,0 – 45,0

Таким чином, за цим показником білки гречки істотно відрізняються від білків злаків, в складі яких переважають проламіни і глютелини. Такі особливості фракційного складу зерна гречки можуть потім відбитися на білковому складі сусла і в кінцевому підсумку вплинути на якість напою.

Через вкрай низький вміст в зерні гречки клейковини білків її відносять до безглютенової культури і рекомендують до використання в дієтичному харчуванні хворих на целиацію [60, 61].

Целиакія (інші назви: кишкова ентеропатія, глютенізм, глютенізм, глютенізм) характеризується повною непереносимістю глютену – білка клейковини, що містить головним чином проламінову, а також глютелинову білкові фракції. Багато років целиакія вважалася досить рідкісними захворюваннями. Однак розробка і впровадження нових діагностичних методів дозволила з'ясувати, що дана патологія зустрічається набагато частіше, ніж вважалось [64]. Цим аутоімунним захворюванням за оцінкою Всесвітньої асоціації гастроентерологів на

сьогоднішній день страждає близько 1 % населення Землі. За даними 2008 року в Україні -1,4 млн. хворих на целиацію [60].

В огляді роботи [60] обговорюються сучасні уявлення про діагностику, розвитку патогенезу і лікування цього захворювання. Для лікування найбільш ефективна сувора аглютеніна дієта (безглютеніновими вважаються продукти, що містять не більше 20 мг глютену на 1 кг продукту), яку необхідно дотримуватися протягом усього життя. Цим хворим забороняється вживати і напої, приготовані з використанням солоду, тому що частка глютенінових білків в ячмені становить майже 80 % [45].

Таким чином, асортимент харчових продуктів у даній категорії населення сильно обмежений, що не може не позначатися на якості їх життя. Отже, залучення гречки в якості сировини для виробництва гречаного солоду і на його основі безглютенінових напоїв, таких як пиво і квас, а також хлібобулочних і кондитерських виробів може дозволити різноманітнити дієту для хворих на целиацію.

Іншою особливістю білків гречки є їх висока біологічна цінність [44]. Вміст незамінних амінокислот в зерні гречки і деяких злаків в порівнянні з еталонним білком представлено в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Амінокислотний склад білка основних зернових культур

Незамінні амінокислотити	Гречка	Ячмінь	Рис	Кукурудза	Пшениця
Валін	0,95	1,12	1,02	0,84	0,82
Лейцин	0,89	1,20	1,43	1,86	0,91
Ізолейцин	1,17	0,88	-	0,75	0,88
Лізін	1,15	0,58	0,50	0,40	0,55
Метіонін + цистин	1,06	0,39	0,96	0,96	-
Треонін	0,80	0,92	0,99	0,70	0,67
Триптофан	2,16	1,45	1,29	0,70	1,07
Фенілаланін + тирозин	1,13	1,67	1,30	1,22	1,15
ІНАК* ¹	1,11	0,93	1,02	0,85	0,86

* – індекс незамінних амінокислот

Дані свідчать, що білки зерна гречки характеризуються підвищеним амінокислотним складом по триптофану (2,16), лімітуючою амінокислотою є треонін (0,80). За іншими незамінними амінокислотами склад близький до одиниці, і при цьому перевершує ячмінь, рис, кукурудзу і пшеницю за ізолейцином, лізином, метіоніном і цистином.

Однак, крім переваг білкового складу зерна гречки, виявлено і ряд недоліків. Виявлено, що деякі специфічні запасні білки зерна гречки можуть викликати у людей гречану алергію. Їх молекулярна маса, за даними різних авторів, коливається від 9 до 29 кДа. Алергічні реакції після споживання гречаної їжі проявляються в найгіршій формі у вигляді швидкого зниження кров'яного тиску і анафілактичного шоку. Основна ознака алергії на гречані продукти – екзема, з'являється протягом короткого часу після їх вживання.

Вченими зі Словенії встановлено, що білки-алергени містяться тільки в зародку і відсутні в ендоспермі насіння гречки. При солододорощенні гречаного зерна вміст цих білків в проростках зростає. Видалення паростків у пророслих зерен гречки на стадії сушки, мабуть, буде сприяти зниженню вмісту цих білків, тим самим, їх негативного впливу на якість пива та інших напоїв бродіння, хлібобулочних і кондитерських виробів, для яких може використовуватися гречаний солод. Проте контролювати їх кількість в продукті, приготованих з соложеною гречкою необхідно.

Гречка відноситься до культур, багатих крохмалем. У перерахунку на суху речовину в її зерні вміст крохмалю варіює від 50 до 79 %, що вище ніж у цілого ряду злаків (таблиця 1.5), але може змінюватися в залежності від умов вирощування (клімату, ґрунту, агротехніки і ін.). Співвідношення амілози і амілопектину становить 25 і 75 % відповідно. Крохмальні гранули мають різну форму з плоскими поверхнями через щільне розташування в ендоспермі. Вони приблизно одного розміру і знаходяться в межах 4 – 11 нм, що значно менше, ніж у ячменю, але трохи крупніше, ніж у рису. Температура клейстеризації крохмальних гранул гречки 65 – 67 °С, що трохи вище ніж у ячменю – 56 – 62 °С

[44, 45]. Цей фактор необхідно враховувати при виробництві гречаного солоду і пива.

Таблиця 1.5 – Характеристика крохмалю зерна гречки і деяких злаків [45]

Показник	Зернопродукти				
	Гречка	Ячмінь	Рис	Пшениця	Кукурудза
Крохмаль,% від СР	57 – 70	50 – 65	73 – 78	60 – 63	61 – 70
Амілоза,%	22 – 27	15 – 23	13 – 19	17 – 24	21 – 23
Амілопектин	70 – 80	76 – 83	76 – 82	76 – 83	77 – 79
Температура клейстеризації, С	65 – 67	61 – 65	70 – 85	52 – 64	70 – 80

Зерно гречки містить 0,6 – 0,8 % редукуючих цукрів, 0,8 – 1,2 % олігосахаридів і 0,1 – 0,2 % некрохмалистих полісахаридів. Серед нізкомолекулярних цукрів основним є сахароза. Також присутні в незначній кількості арабіноза, ксилози, глюкози і дисахарида мелібіози [45].

Жири плодів гречки становлять велику поживну цінність, оскільки відрізняються високим вмістом стійких до окислення кислот. Вміст жирів в плодах гречки коливається в межах 1,8 – 3,9 %. Основна їх кількість – близько 25 % - зосереджена в зародку. В ядрі міститься до 3 % жиру, в ендоспермі – 0,5 %, в алейроновому шарі до 24 %. До складу плодів гречки входять жирні кислоти: пальмітинова, олеїнова, лінолева, стеаринова, ліноленова. Кислоти з довгим ланцюгом - арахідонова, бегенова і лігноцерінова, які становлять близько 8 % всіх жирних кислот гречки, в зерні злаків знаходяться в невеликій кількості або зовсім відсутні [1, 47].

До складу ліпідів гречаної крупи в значній кількості входить лецитин, який сприяє виведенню холестерину з організму, будучи його антагоністом [61]. Тому лецитин має велике значення в профілактиці атеросклерозу.

У плодах гречки містяться антиоксиданти ненасичених жирних кислот – вітамін *E* у вигляді токоферолів.

Важливою перевагою гречки є високий вміст в її зерні флавоноїдів, особливо рутин (вітаміну *P*), який, як відомо, сприяє зміцненню стінок капілярів

і рекомендується для попередження крововиливу, гіпертонічної хвороби, деяких інфекційних захворювань та ін. [61]. Слід зазначити, що гречка – єдина в Україні зернова культура, яка містить в своєму складі рутин [6, 44, 50].

Рутин міститься в різних органах гречки, найбільше в листі, які і використовують як сировину у фармацевтичній промисловості [6, 50]. Рутин також міститься в крупі-ядриця (до 25 мг %).

За даними Анісімової М.М. з співавторами [6] вміст суми флаваноїдів в гречці посівній варіює від 5,30 до 6,10 % в залежності від місця культивування і року збору. Зокрема в квітучих пагонах в якості основного компонента міститься рутин (до 3 – 5 %), а також супутні йому інші флаваноїди – кверцетин, ізокверцетин і ін.

За даними авторів [53] в фазу масового цвітіння вміст флаваноїдів в надземній частині гречки різних районів України варіюється від 2,16 до 5,51 %. При цьому основним флаваноїдом надземної частини гречки є рутин (70 – 76 % від загальної суми флаваноїдів).

В роботі інших авторів встановлено, що в залежності від генотипу гречки вміст рутина становить в квітках 5 – 65 мг/г, в стеблах – 0,5 – 20 мг/г сухої речовини. Максимальний вміст рутина у всіх органах спостерігається в фазу цвітіння. Генотипи з більш яскравим забарвленням квіток, накопичують більше флаваноїдів в листі, ніж у вітках, а менш забарвлені – навпаки [15].

Встановлено, що кількість флаваноїдів і їх склад залежать від виду гречки і умов зростання [15, 50]. Зазвичай вміст флаваноїдів в *F. esculentum* (близько 0.1 %) нижче, ніж в *F. tataricum* (близько 0.4%).

Р. Jiang зі співавторами провели дослідження з визначення вмісту рутина і загальних флаваноїдів в зерні трьох видів гречки: *Fagopyrum esculentum*, *Fagopyrum tataricum* та *Fagopyrum homotropicum* (рисунок 1.5) і оцінка їх антиоксидантної активності.

Для всіх трьох видів показано дозозалежне інгібування перекисного окислення ліпопротеїдів низької щільності. Антиоксидантна активність зменшувалася в ряду: *Fagopyrum tataricum* > *Fagopyrum homotropicum* >

Fagopyrum esculentum. Лінійним кореляційним аналізом виявлена кореляція між антиоксидантною активністю і вмістом рутину ($R^2 = 0,98$) і загальних флавоноїдів ($R^2 = 0,77$). Отже, рутин відіграє важливу роль в антиоксидантній активності насіння гречки.

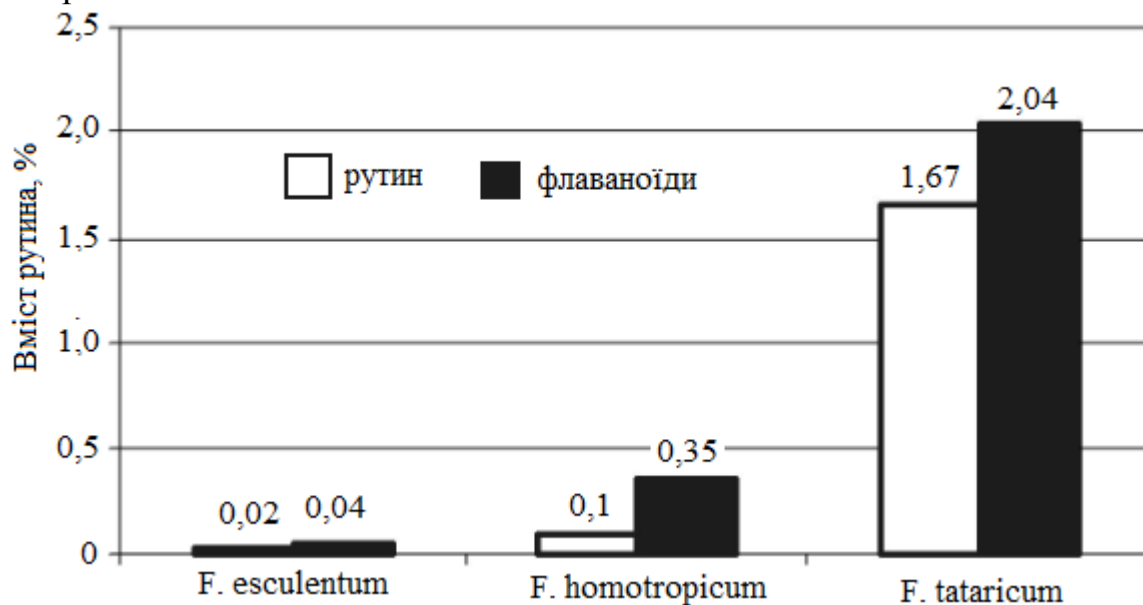


Рисунок 1.5 – Вміст рутину і флаваноїдів в трьох видах гречки

Автори з Словенії порівнювали вміст рутину в зерні *F. esculentum* з його вмістом в готових продуктах з гречки (рисунок 1.6).

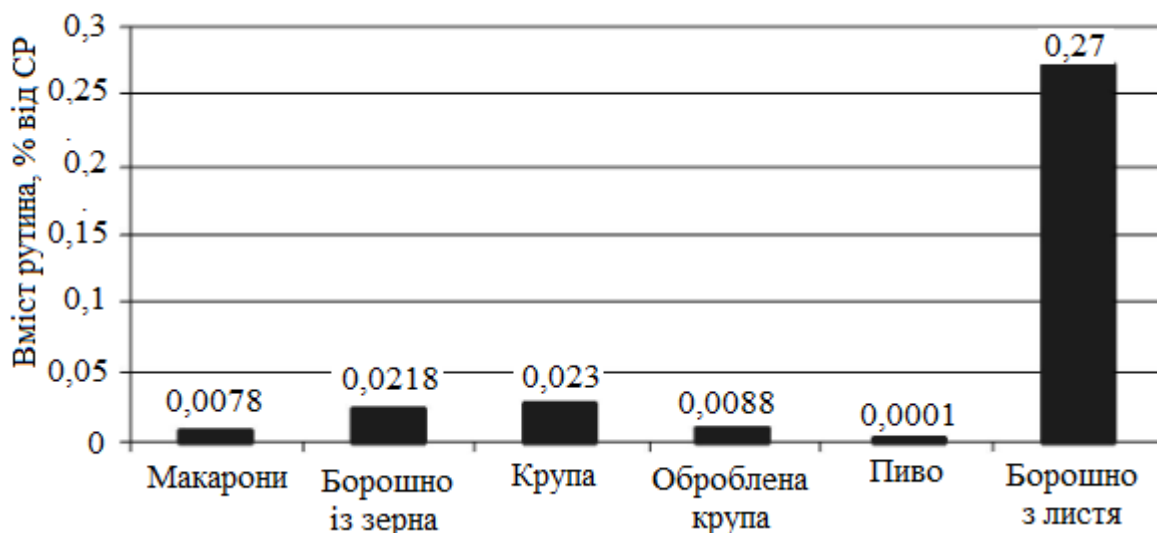


Рисунок 1.6 – Вміст рутину в різних харчових продуктах з гречки

У макаронах з гречки рутин значно менше (7,8 мг/100г від СР), ніж в темному борошні (21,8 мг/100г від СР), з якого вони зроблені. Одним з можливих пояснень цього факту автори вважають наявність рутинно деградуючого ферменту.

У сирій крупі міститься рутина 23 мг/100г від СР, а в попередньо обробленій – 8,8 мг/100г від СР. У гречаному пиві виявлені тільки сліди рутина. З іншого боку, гречана мука, приготована з сушеного листа гречки, містить рутина близько 0,27 % від СР. Автори пропонують використовувати гречане борошно листа в якості компонента для приготування функціональних продуктів харчування, збагачених рутином.

Згідно з літературними даними концентрація водорозчинних вітамінів (аскорбінова кислота, ніацин і ін.) в зерні гречки в процесі проростання збільшується в 3 – 7 рази [1, 44]. Також, Ч. Бемфорт [9] повідомляє, що вміст рутина в ході солодощення істотно підвищується. Відповідно, мабуть, можна очікувати збільшення вмісту рутина в зерні гречки в процесі солодощення.

Таким чином, гречка і солод, вироблений з неї, є унікальною сировиною для отримання функціональних безглютенових продуктів харчування, збагачених рутином.

Гречка має багатий мінеральний склад (таблиця 1.6). Плоди містять корисні для організму солі заліза, кальцію, фосфору, міді, цинку, бору, йоду, нікелю, кобальту. Поєднання макро- і мікроелементів (залізо, марганець, мідь, кобальт) кровотворного комплексу з вітамінами, вельми необхідними при профілактиці і лікуванні ряду захворювань людини (в тому числі анемії). Лужна зола плодів сприяє регулюванню кислотно-лужної рівноваги у людей.

Таблиця 1.6 – Середні показники вмісту мікроелементів і вітамінів в зерні гречки

Мікроелемент	Вміст мг/100 г	Вітамін	Вміст мг/100 г
Кальцій	110	Рутин	25
Залізо	4	Тіамін	3,3
Магній	390	Рибофлавін	10,6
Фосфор	330	Пантотенова кислота	11,0
Калій	450	Холін	44,0
Мідь	0,95	Ніацин	18,0
Марганець	3,37	Піридоксин	1,5
Цинк	0,87	Токоферол	40,0

1.3.3 Використання гречки в промисловості

На території України гречка була і є найважливішою круп'яною культурою. Висока значимість зерна гречки в продовольчому забезпеченні населення країни підтверджується даними про те, що зі збору зерна гречки СРСР займав одне з провідних місць в світі.

В даний час гречка в Україні як і раніше є найважливішим стратегічною продовольчою культурою в силу ряду переваг, що просувають її в розряд однієї з кращих. Гречка характеризується різноманіттям використання в різних галузях промисловості (рисунок 1.7).

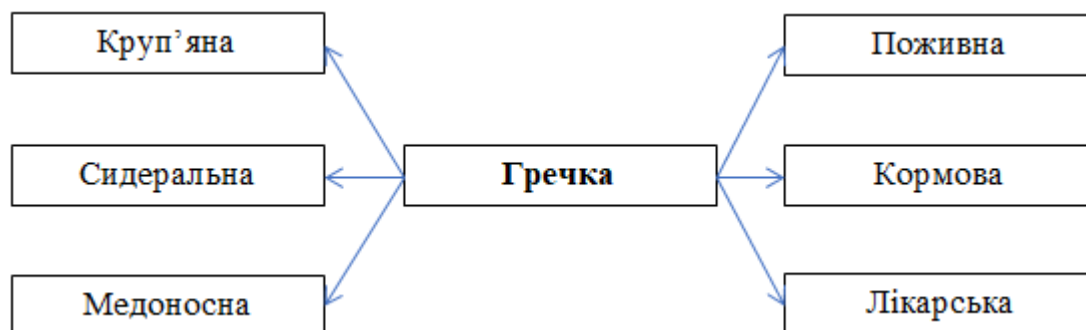


Рисунок 1.7 – Використання гречки в промисловості

Традиційно зерно гречки є сировиною для виготовлення гречаної крупи і борошна – найцінніших продуктів харчування. Річне споживання гречаної крупи на душу населення в Україні становить близько 7 кг [49].

У процесі переробки зерна гречки виходить:

- ядриця (цілі плоди, звільнені від плодових оболонок, що не пройшли через сито з отворами 1,6×20 мм). Вихід ядриці становить 50 – 80 % від маси сировини, в залежності від сорту і технології виробництва;
- проділ (колоте ядро гречки, що проходить через сито з отворами 1,6×20 мм).

Великий проділ складається з частинок ендосперму з підвищеним вмістом частинок зародка, а невеликий являє собою найбільш чистий ендосперм і меншу кількість зародка.

Крупа гречки характеризується високими поживними, смаковими і дієтичними властивостями і займає одне з перших місць серед круп'яних культур.

До її складу входить 10 – 15 % легкозасвоюваного білка, який за біологічною цінністю наближається до білків сухого молока (92,3 %) і курячих яєць (81,4 %), до 70 % вуглеводів, 2 – 2,5 % жирів, незамінні амінокислоти, мікроелементи, вітаміни В₁, В₂, Р, РР і ін., що зумовлює її унікальні лікувально-дієтичні властивості.

Гречана мука використовується в різних країнах для приготування млинців, хлібобулочних, кондитерських і макаронних виробів. Наприклад, гречані макарони є важливою складовою частиною в кухнях Японії (локшина «соба»), Кореї («макгуску»), Північної Італії. Крім того, гречаний крохмаль використовується в Кореї для приготування желе «мемілмук». Проростки гречки використовуються для харчування за рахунок приємного тонкого горіхового смаку і високої харчової цінності.

Негативним фактором при використанні проростків і зелених частин гречки в їжу є наявність в їх соку фарбувальних речовин – фурукумаринів і, зокрема, токсичного пігменту фагопірина. Фагопін – червоний, флуоресцентний пігмент, що викликає підвищення чутливості тварин до сонячного світла і породжує фагопірізм. Проте, в Японії молоді гречані проростки (від 4 до 5 днів зростання) дуже популярні внаслідок свого специфічного смаку.

Застосування знайшло не тільки зерно гречки. Із зеленої маси гречки отримують вітамін Р. У гомеопатії есенцію з рослин гречки застосовують при екземі, ревматизмі, листя – для загоєння ран, настій і відвар квіток – як відхаркувальний і антисклеротичний засіб.

Гречка – цінна медоносна культура. Гречаний мед характеризується підвищеним вмістом заліза і білкових речовин і включає до 22 амінокислоти. Він особливо ефективний при захворюваннях легенів, печінки, цукровому діабеті та ін. [44].

Квітковий пилок – цінний продукт, який знаходить широке застосування в харчовій промисловості, косметичі і фармацевтиці. Біологічна цінність пилку гречки за сумою незамінних амінокислот становить 105 – 111 % до ідеалу білка ФАО. Особливо велика її цінність по лізину, валіну, ізолейцину і тирозину з

фенілалонином. Пилок гречки містить рутин (до 17 мг %), вітаміни: В₁ (до 1,3 мг/100г), В₂ (до 1,6 мг/100 г), С (до 3,5 мг/100 г), Е (до 21,0 мг/100 г).

Основними відходами, які отримуються при переробці гречки в крупу, є мучка (тонко подрібнені плодові оболонки з домішкою невеликої кількості подрібненого ендосперму) і лузга (плодові оболонки). Вони служать хорошим концентрованим кормом для тварин.

Дрібне, щупле зерно, висівки гречки містять велику кількість білка і жиру, завдяки чому є цінним кормом для худоби. Гречана полова, в 1 кг якої міститься 57 г перетравного білка і 0,35 г кормових одиниць, є хорошим кормом, особливо для свиней.

Лушпиння гречки використовується для отримання ваніліну, ванілінової кислоти, бузкової кислоти, гваякола, пірокатехіна. Також з неї отримують пальний газ, виготовляють папі. Солома гречки містить флавоноїди пеларгоїдін (барвник інтенсивно-червоного кольору), який можна використовувати як харчовий барвник.

Велике значення гречки і в агротехнічному відношенні. Завдяки швидкому розвитку надземної маси вона краще за інших культур покращує агрофізичні властивості ґрунту, активізує в ній фізико-хімічні та біологічні, хімічні процеси. Це сприяє поліпшенню живлення рослин, які висіваються після гречки [1].

Крім того, коріння гречки виділяють мурашину, лимонну і щавлеву кислоти, що сприяють засвоєнню важкорозчинних сполук фосфору, які будуть недоступні для більшості польових рослин. Це робить гречку гарним попередником для наступних культур. Завдяки пізньому терміну посіву і відносно великій швидкості дозрівання гречка є важливою страховою, а також смачною і поживною культурою.

В цілому, на думку вітчизняних вчених [1] переробка рослини гречки може здійснюватися за принципом безвідходної технології (рисунок 1.8).

Таким чином, гречка по комплексу цінних якостей та універсальності використання відноситься до однієї з важливих сільськогосподарських культур.

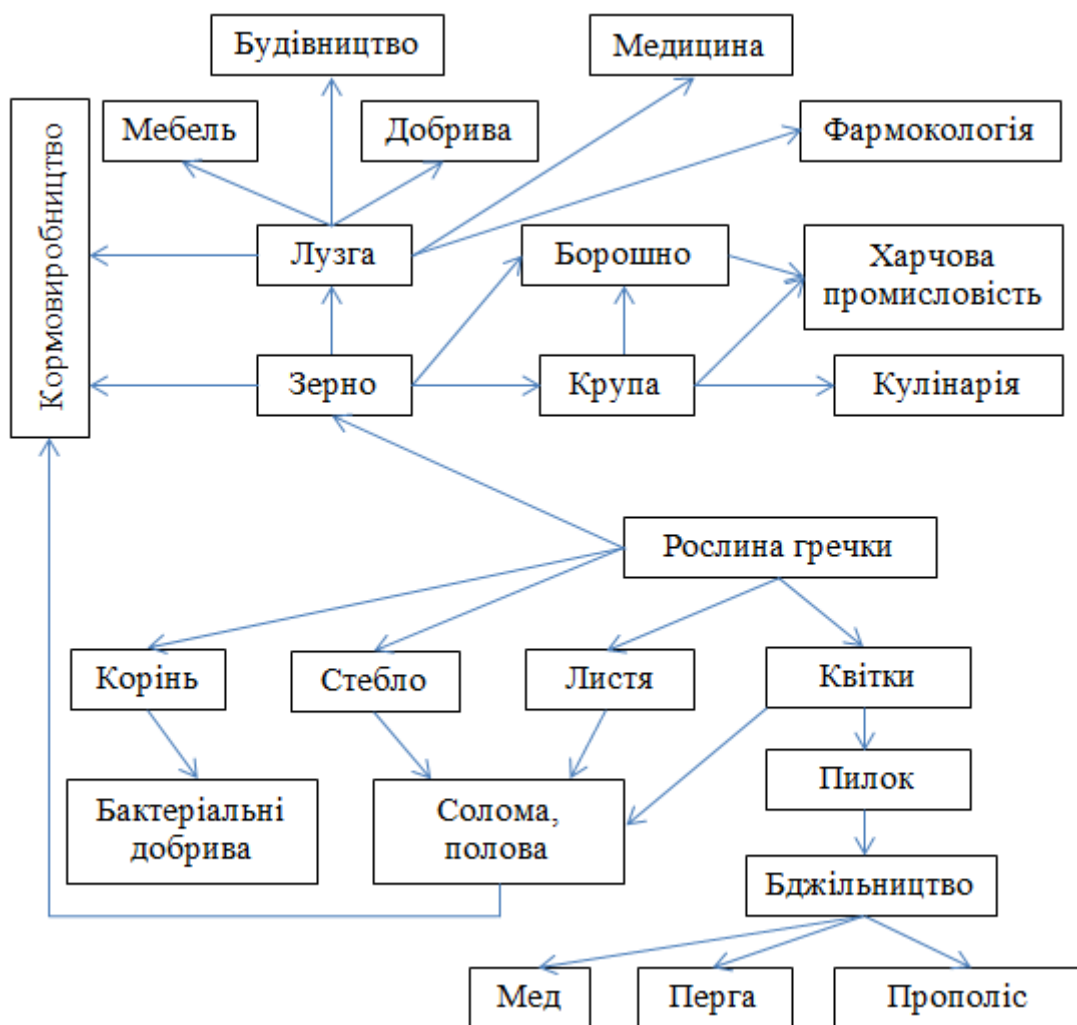


Рисунок 1.8 – Безвідходна технологія переробки гречки [1]

1.3.4 Використання гречки в виробництві напоїв бродіння

Останнім часом гречку стали розглядати в якості сировини для виробництва таких напоїв бродіння як пиво і квас. Оpubліковано низку наукових робіт вітчизняних [11, 56, 57, 59] і зарубіжних [16, 28, 44, 51, 60] вчених, спрямованих на дослідження можливості використання як соложеної, так і несолодженої гречки в пивоварінні.

Відомі роботи вітчизняних дослідників щодо використання порошкоподібних полісолодових екстрактів на основі гречаного солоду у виробництві квасу [55, 58].

Розроблено технологію пива спеціального, при отриманні якого до 20 % ячмінного солоду замінювали несолодженого гречкою [60]. Розроблено технологію отримання безалкогольного пива з використанням 90 % гречаного

солоду в засипу. Зареєстровано також патент на виробництво пива на основі несолоджених матеріалів (в тому числі і зерна гречки) з використанням екзогенних ферментів. Отримано пиво верхового бродіння з використанням 100 % гречаного солоду в засипу з додаванням екзогенних ферментів [44].

Як солоджену сировину гречку стали вивчати недавно. На даний момент загальноприйнята технологія солодоращення і сушки поки не встановлена. Так як гречка відрізняється від злакових культур як за будовою зерна і розподіленню в ньому біологічних речовин, так і за хімічним складом, слід розуміти, що використовувати для отримання гречаного солоду за технологію солодоращення, розроблену для злакових культур попередніх досліджень, мабуть, недоцільно. Внаслідок зазначених вище відмінностей між зерном гречки і зерном злаків параметри її солодоращення і сушки можуть відрізнятися від прийнятих для ячменю та інших злакових культур.

З 2005 р у пресі почали з'являтися роботи зарубіжних дослідників з отримання гречаного солоду з лущеної і не лущеної гречки. Дослідження показали, що неочищена гречка мала перевагу для солодоращення, так як поглинання вологи зерном відбувається повільніше, підвищується ферментативна активність солоду, а також лущина служить додатковим фільтрувальним шаром при фільтруванні затору.

Дослідження впливу тривалості і температури замочування на якість одержуваного солоду з гречки показали, що оптимальний вміст вологи в кінці замочування – 30 – 45 %, рекомендований час замочування – 7 – 13 год при температурі 10 °С. При таких режимах втрати при солодоращенні зведені до мінімуму (7,43 %) і на виході виходив солод гарної якості (таблиця 1.7).

У даних дослідженнях максимальної ферментної активності в гречаному солоді вдавалося досягти при пророщуванні протягом 96 годин і температурі 15 °С. До цього моменту запасні речовини в зерні гречки вже були розчинені, а поживні речовини ще не виснажені.

Таблиця 1.7 – Основні показники якості гречаного солоду

Параметр	Показник
Вологість після сушіння, %	5,53
Активність α -амілази, g^{-1} wet.wt.	204,26
Загальний азот, %	2,38
Число Кольбаха, %	23,09
В'язкість, МПа с	2,34
Фільтруюча здатність	слабка
Вміст екстракту, % на СР	63,77
Вміст вільного α -амінного азоту, мг/100 г СР	100,94
Кінцевий ступінь зброджування, %	56,11
Втрати при солодощенні, %	7,43

Для отриманого сухого гречаного солоду ірландські дослідники використовували сушку протягом 48 годин при 40 °С [46]. У більш пізніх роботах вони рекомендували триступеневу сушку: перші 5 годин при 40 °С, з часом 3 години при 50 °С і 3 години при 60 °С. Отриманий в цих умовах солод характеризувався високим рівнем амілолітичної активності, вільного амінного і загального розчинного азоту [43].

Інші автори рекомендували інший режим солодощення: тривале замочування протягом 96 годин до вологості 47 % і пророщування протягом 120 годин при 17 °С [68].

Вітчизняні вчені запропонували свою технологію отримання свіжопророслого гречаного солоду, яка полягала в повітряно-водяному замочуванні протягом 30 – 35 годин і пророщування протягом 4 діб при 16 °С. Амілолітична активність свіжопророслого гречаного солоду, вирощеного в цих умовах, становила 265 од. W-K [56, 57].

У таблиці 1.8 представлені способи солодощення гречки запропоновані різними авторами.

Таблиця 1.8 – Способи приготування гречаного солоду за даними різних авторів

Автори	Zarnkow et.al	Wijngaard et.al	Коротких, Востріков
Умови солодощення зерна гречки			
Температура замочування, °C	17	10	16
Тривалість замочування, год.	96	7 – 13	30 – 35
Температура пророщування, °C	17	15	16
Тривалість пророщування, год.	120	96	96
Умови сушки гречаного солоду			
Температура сушки, °C	-	40=> 50=> 60	-
Тривалість сушіння, год.	-	5=> 3=> 3 (11)	-

- немає даних

З представлених даних видно, що пророщування гречки велося при температурах не нижче 15 °C і тривалості процесу – не менше 4 діб.

Поряд з перевагами зерна гречки, описаними вище (висока харчова і біологічна цінність, високий вміст вітамінів, флавоноїдів (в тому числі рутина) мікро- і макроелементів), при переробці його в солод і виготовленні з нього пива може виникнути ряд труднощів.

Як відзначають ірландські дослідники, однією з головних проблем при виробництві пива з гречаного солоду є більш низький вміст в ньому амілолітичних ферментів, особливо β -амілази в порівнянні з ячмінним солодом. Також в роботах вітчизняних вчених спостерігалася нездатність гречаного солоду оцукрювати затор. Тому для приготування якісного затору необхідно додавання екзогенних ферментних препаратів [57].

Крім того, зерно гречки відрізняється високою плівчастістю, в зв'язку з чим в ньому високий вміст некрохмалистих полісахаридів. У порівнянні з ячменем їх значно більше, наслідком чого стане збільшення втрати сухих речовин і зниження

екстрактивності сусла, а також обумовлює відносно високу в'язкість затору (таблиця 1.9).

Ще однією проблемою є висока частка в ліпідах гречки ненасичених жирних кислот, які, як відомо, знижують піностійкість і смакову стабільність пива [62].

Таблиця 1.9 – Характеристика гречаного і ячмінного солоду

Показник	Гречаний солод	Ячмінний солод
Вологість, %	5,70	3,60
α -амілазна активність, Е/г	46,06	73,92
Загальна β -амілазна активність, Е/г	37,73	716,40
В'язкість, мПа с	2,59	1,59
Екстрактивність, %	40,00	67,20

Таким чином, результати досліджень, проведених різними авторами, показали потенційні можливості використання гречки для одержання солоду і напоїв бродіння на його основі. З урахуванням очікуваного збільшення діагностування целіакії в майбутньому, відкриваються перспективи для виробництва інноваційних безглютенових продуктів з використанням гречки. Однак ряд питань, пов'язаних з розробкою технології гречаного солоду, залишилися не вирішеними:

- мало вивчено вплив способів замочування на амілолітичну активність солоду;
- не вивчений зрошувальний спосіб пророщування;
- недостатньо вивчені режими сушіння і вплив їх на швидкість видалення вологи і збереження амілолітичної активності солоду.
- не визначена роль сортових особливостей гречки при солодженні.

Висновки до розділу. Мета та завдання досліджень

Дана робота присвячена дослідженню цих питань і розробці технології отримання солоду із зерна гречки. Відповідно до цього, метою дипломної роботи

є науково-практичне обґрунтування і розробка технології виробництва гречаного солоду.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити технохімічні і фізіологічні показники зерна гречки різних сортів (вміст білка і крохмалю, а також рутину, енергію і здатність проростання в різні періоди року, ступінь водочутливості);

- визначити оптимальні режими сушіння гречаного солоду;

- дослідити органолептичні і фізико-хімічні показники гречаного солоду;

- розробити технологію і технологічну схему отримання гречаного солоду;

- дослідження стану охорони праці в ПП «Агробізнес Газда»;

- провести розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися в Дніпровському державному аграрно-економічному університеті, на кафедрі технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. Загальна схема досліджень представлена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Структурна схема досліджень

2.1 Об'єкти досліджень

Об'єктами досліджень є:

- зерно гречки сортів: Українка 373 та Антарія врожаю 2019 р. Зерно всіх сортів гречки відповідало ГОСТ 19092-92 [24];
- свіжопророслий і сухий гречаний солод з зерна сортів Українка та Антарія;

Для проведення експериментальних досліджень були використані наступні матеріали і продукти:

- вода питна;
- реактиви: водню пероксид, вода дистильована, крохмаль картопляний.

2.2 Методи досліджень

2.2.1 Визначення білка в зерні гречки [17]

Масову частку білкових речовин в зерні гречки у % на СР визначали методом Кьельдаля. Суть методу полягає в мінералізації органічної речовини сірчаною кислотою в присутності каталізатора з утворенням сульфату амонію, в подальшому руйнуванні сульфату амонію лугом з виділенням аміаку, відгонці аміаку водяною парою в розчин сірчаної кислоти з подальшим титруванням. Коефіцієнт перерахунку азоту на білок для гречки дорівнює 5,60.

2.2.2 Визначення крохмалю в зерні гречки[16]

Вміст крохмалю в зерні гречки у % на СР визначали поляриметричним методом, сутність якого полягає у визначенні концентрації оптично активних цукрів, що утворилися в результаті гідролізу крохмалю в розчині соляної кислоти.

2.2.3 Визначення вологи в зерні гречки [22]

Визначення вологи в зерні гречки у на СР проводили повітряно-тепловим методом, сутність якого полягає в зневодненні навішування подрібненого зерна в сушильній шафі і визначенні втрат її маси.

2.2.4 Визначення водочутливості зерна гречки [42]

Водочутливість гречки визначали за кількістю пророслих зерен при замочуванні в різних об'ємах рідини.

Із середньої проби гречки відбирали двічі по 100 зерен. У дві чашки Петрі щільно укладали по 2 шари фільтрувального паперу діаметром 9 см і змочували відповідно 4 і 8 мл дистильованої води. Потім розкладали в чашки по 100 зерен так, щоб кожне зерно добре стикалося із змоченим папером. Зверху зерно прикривали листами фільтрувального паперу того ж розміру, чашки закривали і витримували в темному місці 72 год при температурі 20 °С. Через кожні 24 год пророслі зерна підраховували і видаляли зі зразка. Ступінь водочутливості визначали за різницею між кількістю пророслих зерен з 4 і 8 мл води, вираженої у %.

2.2.5 Визначення енергії і здатності проростання зерна гречки [20]

Енергію проростання визначали за допомогою підрахунку пророслих зерен за 72 години і співвідношення цієї кількості до загальної кількості аналізованих зерен у %. Здатність проростання визначали за допомогою підрахунку пророслих зерен за 120 годин і співвідношення цієї кількості до загальної кількості аналізованих зерен у %.

2.2.6 Визначення енергії проростання зерна гречки [18]

Енергію проростання гречки визначали за кількістю пророслих зерен за 72 години при замочуванні у воді і співвідношенні цієї кількості до загальної кількості аналізованих зерен у %.

Із середньої проби гречки відбирали 100 зерен. У чашку Петрі щільно укладали 2 шари фільтрувального паперу діаметром 9 см і змочували 4 мл дистильованої води. Потім розкладали в чашку 100 зерен так, щоб кожне зерно добре стикалося із змоченим папером. Зверху зерно прикривали листами фільтрувального паперу того ж розміру, чашку закривали і витримували в темному місці 72 год при температурі 20 °С. Через кожні 24 год пророслі зерна підраховували і видаляли з зразка.

2.2.7 Отримання гречаного солоду

Гречаний солод отримували, використовуючи зрошувальний спосіб пророщення, варіюючи ступінь замочування зерна, температуру і тривалість солодоращення, а також температурні режими і швидкість потоку повітря в сушильній камері.

Пророщення зерна гречки. Перед солодоращенням зерно попередньо промивали водою і обробляли 0,0002 % розчином перманганату калію протягом 30 хвилин. Потім ще раз промивали водою і викладали гречку на сита апарату для пророщування.

Апарат для пророщування поміщали в холодотермостат для підтримки постійної температури. Процес вели при регульованих температурах 10 і 15 °С.

Сушка гречаного солоду. Після закінчення пророщання сита з отриманим гречаним солодом виймали з апарату для пророщування, поміщали в холодотермостат і сушили при заданій температурі 40, 50, 60 або 70 °С. При ступінчастому сушінні температуру піднімали або опускали поступово зі швидкістю 1 °С/хв.

Після сушіння сита з сухим солодом виймали з холодотермостата. Викладали гречаний солод в спеціальні ємності, охолоджували до кімнатної температури і видаляли паростки, що лишилися, потім фасували солод в ткани мішки, вказуючи сорт гречки, рік зростання, режими пророщування і сушіння. Готовий гречаний солод зберігали в сухому прохолодному місці.

2.2.8 Визначення вологи в гречаному солоді[22]

Визначення вологи в готовому гречаному солоді визначали аналогічно п. 2.2.3. У процесі приготування солоду – на етапах пророщування і сушіння, відбирали зразки гречки і визначали вологість на аналізаторі вологості [4].

2.2.9 Визначення швидкості потоку повітря в сушильній камері [5]

Для вимірювання швидкості спрямованого повітряного потоку в сушильній камері в процесі сушіння солоду використовували анемометр крильчатий (АСО-3).

Вимірювання проводили в відповідно до технічного паспорта виробу [5]. Перед початком роботи вимикали передавальний механізм і фіксували початкове положення лічильника за трьома шкалами. Після цього анемометр встановлювали в повітряному потоці вітроприймача назустріч потоку і віссю крильчатки вздовж напрямку потоку. Через 15 з одночасно включали механізм анемометра і секундоміра.

Анемометр тримали в повітряному потоці протягом двох хвилин. Після цього прилад і секундомір вимикали, записували кінцевий показник розрахунку і час експозиції в секундах. Визначали число поділок, що припадають на одну секунду, за допомогою ділення різниці кінцевого і початкового показника лічильника на час експозиції.

Швидкість потоку повітря в сушильній камері в м/с визначали за градувальним графіком залежності числа поділок шкали в секунду від швидкості повітряного потоку.

2.2.10 Визначення частки втрат СР в процесі приготування солоду

Частку втрат СР у % в процесі приготування солоду визначали за різницею між масою зерна гречки до солодорощення і масою готового солоду в перерахунку на суху речовину.

Для аналізу з середньої проби гречки брали наважку масою 100 г (для досягнення точності у вимірах до четвертого знака використовували електронні

ваги) і проводили солодоращення зерна згідно п.2.2.7. Одержаний солод повторно зважували при 20 °С на вагах. Масову частку втрат (X , %) обчислювали за формулою:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

де m_1 – маса наважки зерна гречки до солодоращення, г;

m_2 – маса наважки готового гречаного солоду, м

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було приведено загальну схему проведення експериментальних досліджень було визначено об'єкти досліджень та детально описано методики проведення експериментальних досліджень.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження технохімічних і фізіологічних показників якості зерна гречки

Як відомо, для солодощення використовують придатну сировину, що відповідає певним вимогам по технохімічним показникам. Зерно злакових культур має бути низькобілковим (10 – 12 % на СР), мати високу екстрактивність (70 – 80 %), містити не менше 50 % крохмалю тощо. [8, 42]. Дані показники в свою чергу залежать від сортових особливостей культури, ґрунтово-кліматичних умов і агротехніки.

Вологість має особливе значення при зберіганні і переробці зерна [62]. Для пивоварного ячменю значення цього показника повинно бути не більше 15 – 15,5 % [34], для гречки – не більше 19 % [24].

На першому етапі досліджень було визначено вміст білка, крохмалю і вологи в зерні гречки двох вирощених сортів врожаю 2018 і 2019 рр. Отримані результати представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вміст білка, крохмалю і вологи в зерні гречки врожаю 2018 і 2019 рр.

Сорт гречки	Білок, % на СР		Крохмаль, % на СР		Волога, %	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Українка 373	12,5 ± 0,1	11,2 ± 0,2	61,5 ± 0,4	63,6 ± 0,1	11,5 ± 0,2	10,0 ± 0,1
Антарія	14,2 ± 0,2	13,1 ± 0,2	56,8 ± 0,4	52,3 ± 0,2	10,7 ± 0,2	9,3 ± 0,2

Як видно з отриманих даних досліджені сорти відрізнялися один від одного за цими показниками. Вміст білкових речовин в зерні гречки варіювався в межах 11 – 14 %. Найменше їх було в зерні сорту Українка 373 (12,5 % і 11,2 % врожаю 2018 року та 2019 року, відповідно), максимум відзначався в зерні сорту Антарія (14,2 % і 13,1 % врожаю 2018 року і 2019 року відповідно).

Вміст крохмалю варіював в межах 52 – 71 %. Максимальна кількість спостерігалась в зерні сорту Українка 373 61,5 % (урожай 2018 року), а мінімальна – у сорту Антарія (56,8 %) врожаю 2018 року і 52,3 % врожаю 2019 року, відповідно.

Вміст вологи у вивчених сортів знаходилося в межах 9 – 11 %. Тільки в зерні сорту Українка 373 урожаю 2018 року цей показник був трохи вище в порівнянні з іншим сортом (11,5 %).

З отриманих результатів видно, що вище зазначеним вимогам придатності зерна для солодощення, що висуваються до злакових культур, відповідав сорт Українка 373 врожаю 2019 р, за вмістом вологи – всі досліджувані сорти незалежно від року врожаю.

Встановлено, що в зерні гречки врожаю 2019 р вміст білка був нижче, а крохмалю вище в порівнянні з зерном врожаю 2018 г. Ця закономірність характерна для всіх вивчених сортів і, мабуть, пов'язана з ґрунтово-кліматичними умовами вирощування.

Як відомо, для більшості сільськогосподарських культур характерна обернено пропорційна залежність між вмістом білка і крохмалю [45]. Однак в літературі є повідомлення, що іноді ця залежність слабо виражена. Так, за даними Кликова А.Г., Ростовської М.Ф. [28], при кореляційному аналізі пивоварних сортів ячменю, вирощених в Україні, обернено пропорційна залежність між вмістом білка і крохмалю вкрай низька $K = 0,5932$ (рисунок 3.1).

Наші дані підтвердили високу ступінь кореляції між вмістом білка і крохмалю в зерні гречки досліджуваних сортів. Результати представлено на рисунках 3.2 і 3.3.

Було встановлено, що для зразків гречки врожаю 2018 р спостерігалася лінійна обернено пропорційна залежність з високим коефіцієнтом кореляції ($K = 0,9860$). Однак сорт Українка 373 дав нижчий вміст крохмалю, ніж очікувалося відповідно до рівняння, що описує дану залежність і представлено на рисунку 3.2, а сорт Антарія – вищу. Це може бути пов'язано з підвищеним вмістом інших

компонентів зерна, таких як жири, некрохмалісті вуглеводи, мінеральні речовини та ін.

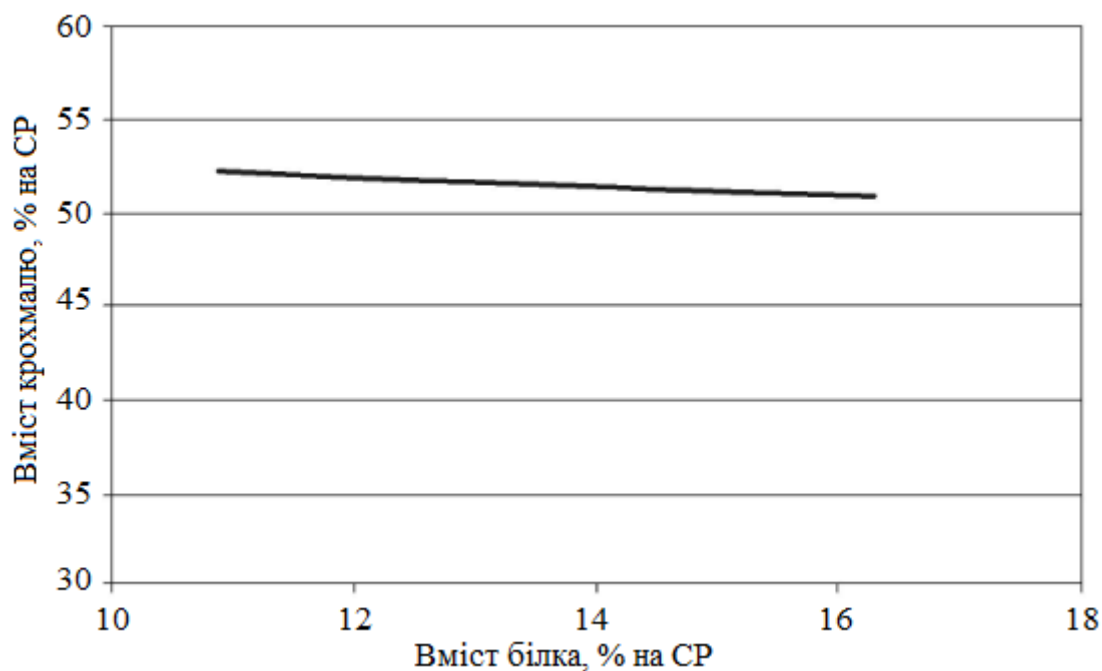


Рисунок 3.1 – Кореляційний аналіз вмісту білка і крохмалю в зерні деяких сортів пивоварного ячменю [52]

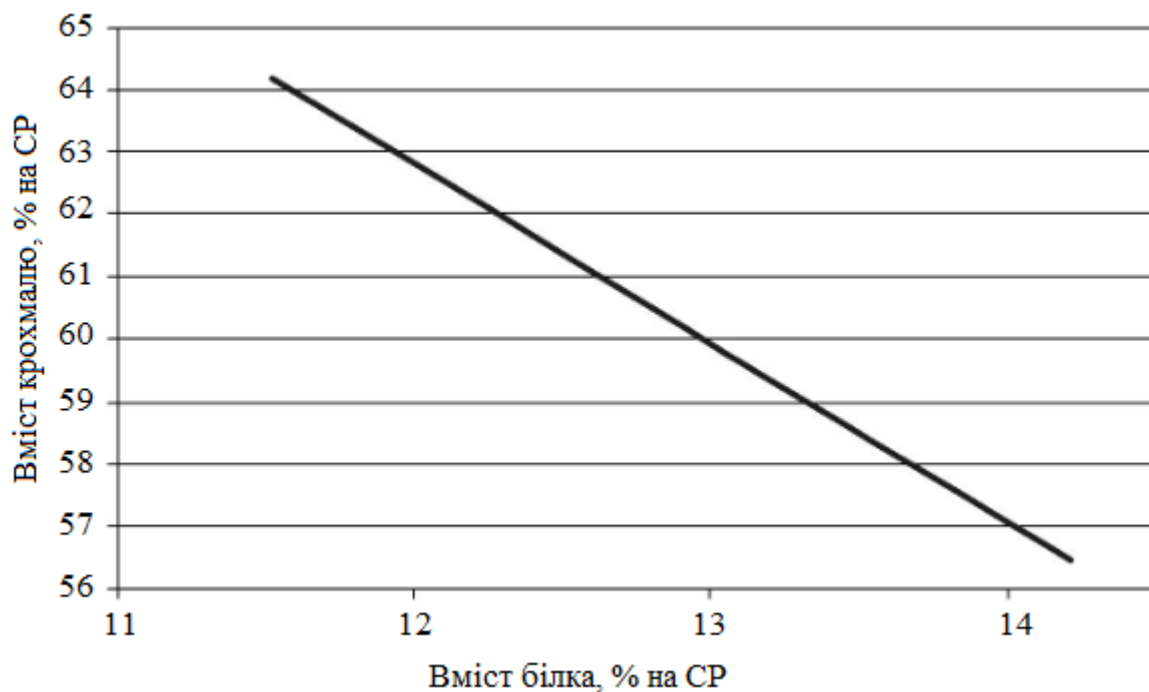


Рисунок 3.2 – Кореляційний аналіз вмісту білка і крохмалю в зерні різних сортів гречки врожаю 2018 р

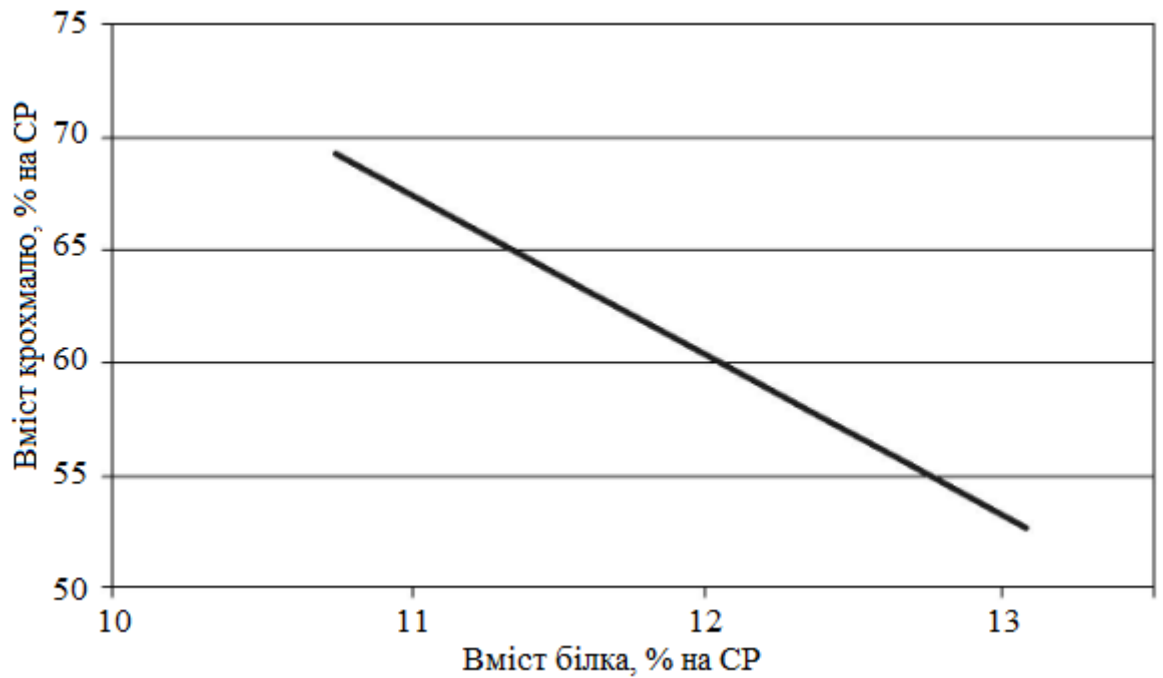


Рисунок 3.3 – Кореляційний аналіз вмісту білка і крохмалю в зерні різних сортів гречки врожаю 2019 р

Для сортів гречки врожаю 2019 р дана залежність також спостерігалась, проте коефіцієнт кореляції був дещо нижчим $R = 0,9541$, що, мабуть, пов'язано з ґрунтово-кліматичними умовами зростання. Очікувану залежність показали обидва сорти зерна гречки.

Таким чином, дані кореляційного аналізу свідчили про існування вираженої лінійної обернено пропорційної залежності між вмістом білка і крохмалю в досліджуваних сортах гречки, що були вирощені в центральній частині Дніпропетровської області.

Для порівняння сортів гречки з сортами, що вирощуються в інших регіонах, наведені показники вмісту білка і крохмалю для сортів, що обробляються в Україні (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Вміст білка і крохмалю в зерні деяких сортів гречки, вирощених в Україні [2]

Сорт	Білок, % на СР	Крохмаль, % на СР	Сорт	Білок, % на СР	Крохмаль, % на СР
Вікторія	15,5 – 18,0	74,0	Глорія	15,0 – 16,0	72,2
Аврора	14,0 – 16,7	немає даних	Молва	15,1	66,0
Лада	16,4 – 17,0	72,0	Дикуль	13,5	65,0
Подольянка	15,8	73,6	Балада	13,9	65,0
Веселка	13,0	75,0	Казанська	12,4	66,0
Козачка	12,6 – 14,0	72,0	Аеліта	14,0 – 16,0	71,0 – 75,0

З представлених даних видно, що вміст білка і крохмалю варіює в широких межах від 12,4 до 18,0 % і від 65,0 до 75,0 % на СР, відповідно [2]. Для даних сортів спостерігалась слабо виражена лінійно прямопропорційна залежність між значеннями цих показників – $K = 0,4268$ (рисунок 3.4).

При порівнянні значень показників сортів встановлено, що сорти вирощені в Дніпропетровській області мають низький вміст білку. Навпаки, за вмістом крохмалю майже всі північні сорти перевищували Дніпропетровські.

Таким чином, на даному етапі досліджень було встановлено, що серед вивчених сортів гречки є такі, в зерні яких вміст білка, крохмалю і вологи було близько до показників для пивоварного ячменю [34]. Однак, гречка – дводольна рослина, будова насіння, розподіл речовин, а також фракційний склад білка інші, ніж у ячменю. У зв'язку з цим, мабуть, не всі вимоги, що висуваються до традиційної пивоварної сировини, можна прямо перенести на гречку.

Виходячи з цього, в подальшому були проведені такі дослідження, які дозволили б визначити критерії пивоварних властивостей гречки і розробити ефективну технологію гречаного солоду. Для цього були вибрані сорти, що містять мінімальну кількість білка і максимальну крохмалю – Українка 373, а також в якості порівняння високобілковий сорт Антарія.

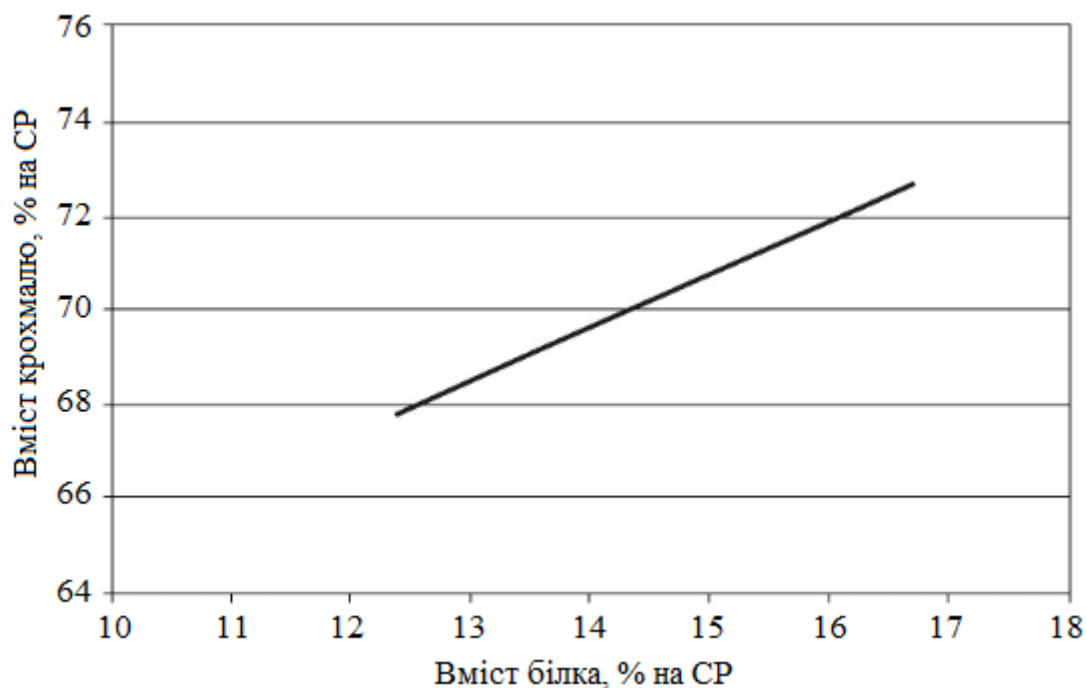


Рисунок 3.4 – Кореляційний аналіз вмісту білка і крохмалю в зерні деяких сортів гречки, що обробляються в Україні [2]

Як вже зазначалося вище, гречка є єдиною зерновою культурою, яку вирощують в Україні, що характеризується високим вмістом рутина. Він, як відомо, сприяє зміцненню стінок капілярів і рекомендується для попередження крововиливу, гіпертонічної хвороби, деяких інфекційних захворювань та ін. [50, 61].

Виходячи з цього, було вивчено вміст рутина в зерні досліджуваних сортів гречки врожаю 2018 р. Результати досліджень представлені на рисунку 3.5.

Як видно з отриманих даних зерно сорту гречки Українка 373 містить мінімальні концентрації рутина – 0,048 – 0,052 %. Сорт гречки Антарія містить його в більшій кількості – $0,069 \pm 0,020$ %.

Результати проведених досліджень свідчать, що вміст рутина в зерні гречки досліджуваних сортів було вище, ніж у багатьох сортах гречки, що обробляються в інших регіонах.

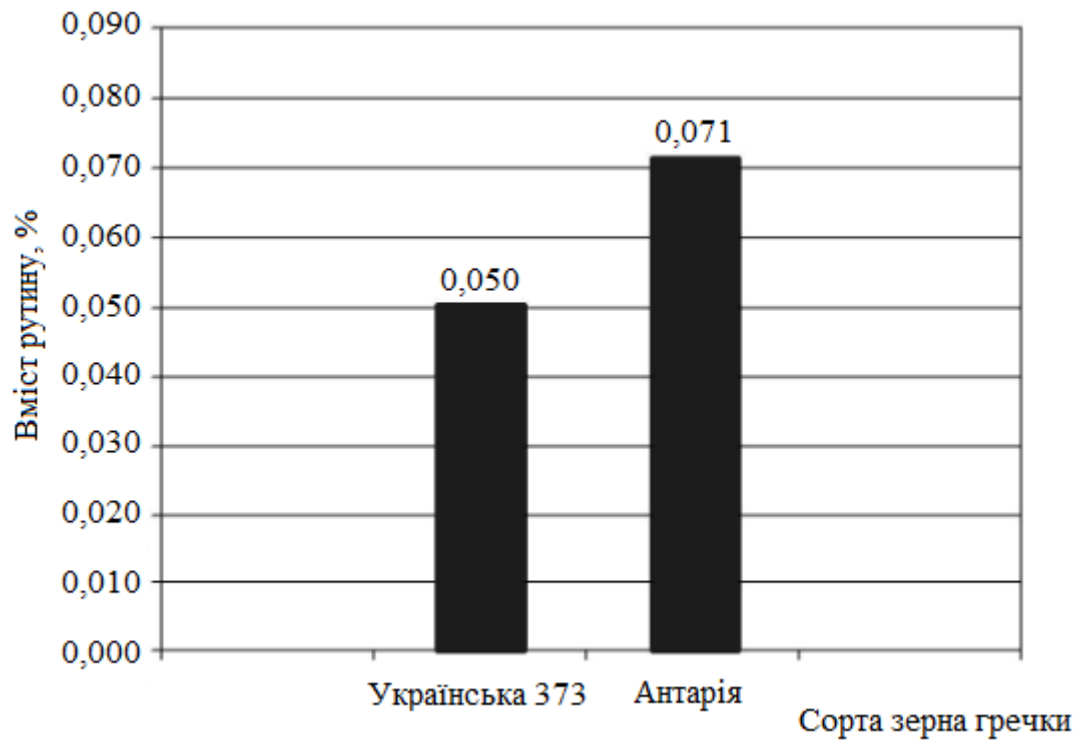


Рисунок 3.5 – Вміст рутина в зерні гречки урожаю 2018 року

Таким чином, можна зробити висновок, що з досліджених сортів гречки для отримання продуктів харчування, збагачених рутином, можна використовувати обидва сорти.

Також досліджували зміну вмісту рутина в процесі зберігання. Аналіз зерна сортів гречки врожаю 2018 року проводили в 2019 році і 2020 році. (рисунок 3.6).

Було встановлено, що в процесі зберігання зерна гречки протягом двох років вміст рутина знижувався. Для сорту Українка 373 було характерне мінімальне зниження – 5 – 6 %, для Антарія – 7 – 9 %.

Таким чином, при виробництві продуктів харчування з зерна гречки необхідно враховувати можливість зниження вмісту рутина в процесі зберігання і використовувати сорти гречки стійкіші до зберігання.

Найважливішими характеристиками придатності зерна для солодощення є енергія і здатність проростання. Причому, чим менше різниця між цими показниками, тим більше зерно придатне для солодощення [62]. Для пивоварного ячменю енергія проростання повинна бути не менше 92 % [42], а здатність проростання – не менше 90 – 95 % в залежності від класу ячменю [34]. Для гречки, призначеної для солодощення, ці показники не встановлені.

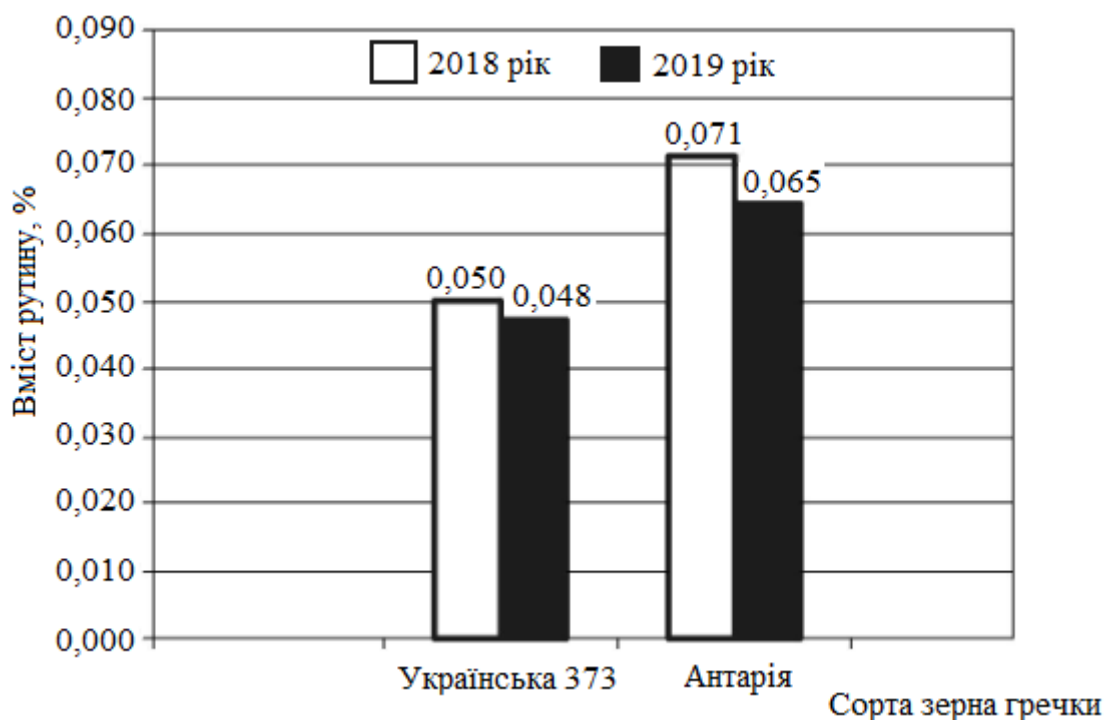


Рисунок 3.6 – Зміна вмісту рутина в сортах гречки в процесі зберігання протягом двох років

Тому на наступному етапі досліджень були визначені енергія і здатність проростання зерна гречки досліджуваних сортів (Українка 373 і Антарія) врожаю 2018 року, а також зміна цих показників протягом року. При використанні методу ГОСТ 10968-88, що поширюється на зерно, призначене для солодощення, для обраних сортів гречки були отримані результати, представлені на рисунку 3.7.

Було встановлено, що всі досліджувані сорти гречки протягом року відрізнялися один від одного за значеннями показників енергії і проростання. Так у високобілковому сорті Антарія отримані значення протягом всього року були істотно нижчі, ніж у сорту Українка 373. Найнижчі значення енергії проростання для даного сорту спостерігалися в березні (58 %), а найвищі – в червні (65 %). У вересні та грудні вони перебували приблизно на одному рівні – 61 % і 60 %, відповідно.

Зміна здатності проростання для сорту Антарія протягом року була менш істотно, ніж енергії проростання і знаходилося на рівні 65 – 66 % і тільки в червні досягали вищого значення – 71 %. Різниця між енергією і здатністю проростання для даного сорту була невеликою і протягом року змінювалася в межах 4 – 7 %.

Мінімальні значення були характерні для вересня (4 %), а максимальні – для березня (7 %).

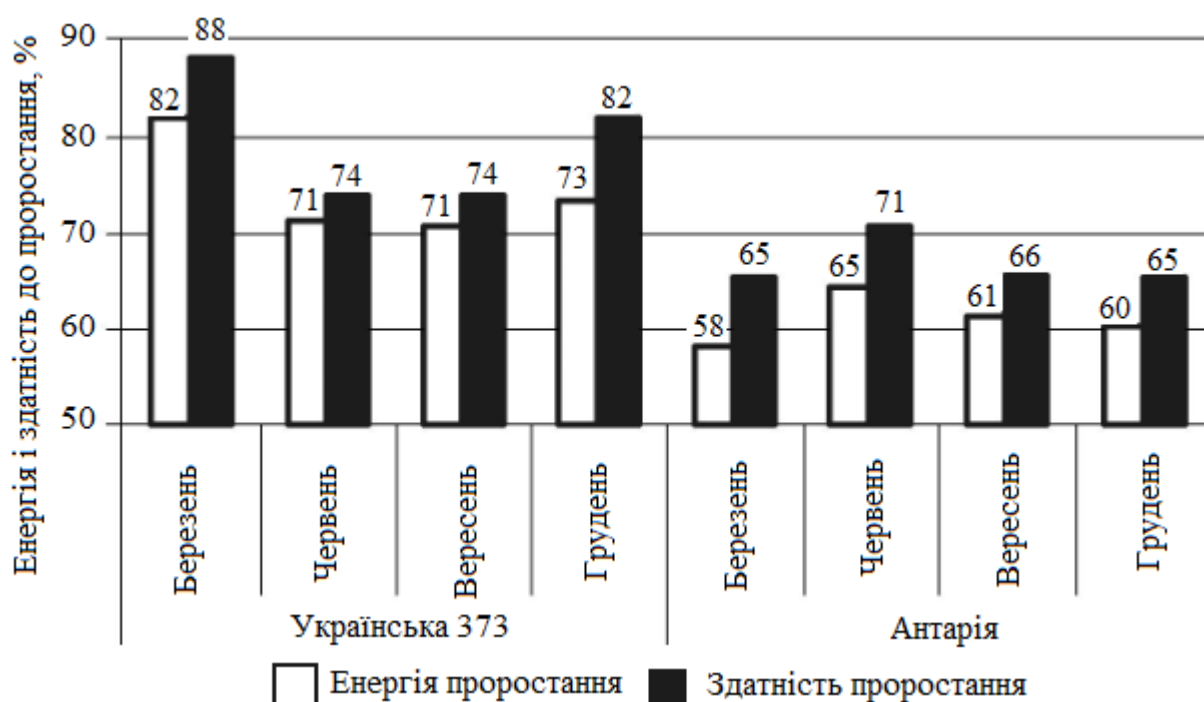


Рисунок 3.7 – Енергія і здатність проростання зерна гречки сортів Українка 373 і Антарія протягом року

Для сорту гречки Українка 373 найвищі значення енергії проростання спостерігалися в березні (82 %), з червня по грудень зафіксовані більш низькі значення, які перебували в межах 71 – 73 %. Зміни значень здатності проростання для сорту Українка 373 в порівнянні з іншими сортами протягом року були найсуттєвішими. Так в березні цей показник сягав 88 %, в червні і вересні він знизився до мінімальних значень – 74 % і в грудні знову виріс до 82 %.

Слід зазначити, що значення енергії і здатності проростання для даного сорту гречки в літньо-осінній період не змінювалися, відповідно і різниця між ними в цей час також була на одному рівні. Більш того, її значення були мінімальними в порівнянні з іншими місяцями і становили всього 3 %.

Таким чином, результати показали, що у всіх зразків гречки знайдені значення істотно нижче нормованих ГОСТ 5060-86 для пивоварного ячменю [34]. Можливо, це пов'язано з ботанічними особливостями гречки в порівнянні зі

злаками. Слід зазначити, що згідно з даними інших авторів [56, 57] здатність проростання гречки, вирощеної в інших регіонах України, відповідала значенням ГОСТ 5060-86 і дорівнювала 92,8 %.

Однак, при використанні для даного аналізу методики ЄВС 3.6.2 [18], в якій, на відміну від методу ГОСТ 10968-88, немає стадії знаходження зерен під шаром води, енергія проростання була істотно вище і складала 99 % у сорту Українка 373 і 95 % у сорту Антарія (таблиця 3.3), що близько до значень, отриманими цим же методом ірландськими дослідниками – 92 % [58]. Мабуть, для визначення енергії і здатності проростання зерна гречки слід використовувати не метод ГОСТ 10968-88 [20], який, як зазначено в ньому, розроблений для зерна, призначеного для отримання солоду, тобто злакових культур, а метод 3.6.2 ЄВС [18].

Таблиця 3.3 – Середні значення енергії і здатності проростання зерна гречки, отримані різними методами

Сорт	Методи визначення		
	ГОСТ 10968-88		ЄВС 3.6.2
	Енергія проростання, %	Здатність проростання, %	Енергія проростання, %
Українка 373	74 ± 0,5	80 ± 0,2	99 ± 0,3
Антарія	61 ± 0,3	67 ± 0,3	95 ± 0,5

Слід зазначити, що незалежно від методу визначення, енергія і здатність проростання зерна гречки високобілкового сорту Антарія була нижче, ніж у сорту Українка 373.

Також, виходячи з результатів, отриманих двома методами і представлених в таблиці 3.3, можна зробити висновок, що для більш ефективного процесу пророщування зерна гречки, його слід вести без знаходження зерен під шаром води. Ця умова забезпечується при використанні зрошувального способу пророщування.

Водочутливість є одним з основних показників придатності зерна для солодоращення, який характеризує властивість зерна добре проростати при

оптимальній вологості і погано проростати при її надлишку [42]. При виборі режиму солододорощення враховується ступінь водочутливості, яка визначається по різниці між кількістю пророслих зерен за три доби в чашках Петрі з 4 мл і 8 мл води [62]. Згідно аналітиці ЄВС якщо ця різниця не перевищує 10 %, то ячмінь вважається не чутливим до води, якщо становить 10 – 25 % – малочутливим, 26 – 45 % – чутливим, а понад 45 % – дуже чутливим [60].

На наступному етапі досліджень була визначена водочутливість зерна гречки сортів Українка 373 і Антарія, результати яких представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Водочутливість зерна гречки сортів Українка 373 і Антарія

Сорт	Число пророслих зерен, %		Ступінь водочутливості, %
	4 мл води	8 мл води	
Українка 373	99,4 ± 0,2	78,0 ± 0,3	21,3 ± 0,3
Антарія	95,0 ± 0,4	79,0 ± 0,3	16,8 ± 0,1

В результаті досліджень було встановлено, що обрані сорти володіли невеликим ступенем водочутливості. При цьому у високобілковому сорті Антарія вона була менше ($16,8 \pm 0,1$), ніж у сорту Українка 373 ($21,3 \pm 0,3$). Це характеризує властивість зерна гречки добре проростати при помірній вологості. Отже, досліджуване зерно гречки сортів Українка 373 і Антарія за показником водочутливості придатне для солододорощення. Цей критерій необхідно враховувати при подальшому виборі режиму солододорощення гречки.

Таким чином, в результаті проведених експериментів було встановлено, що низькобілковий сорт гречки Українка 373 є більш придатним для солододорощення в порівнянні з високобілковим сортом Антарія. Даний висновок був перевірений в подальших дослідженнях, спрямованих на визначення оптимальних умов пророщування і сушіння гречаного солоду.

3.2 Визначення оптимальних умов солодорушення зерна гречки

Як відомо процес солодорушення можна регулювати дією певних факторів, до яких в першу чергу відносяться спосіб і ступінь замочування зерна, температура і тривалість пророщування. При розробці ефективної технології солодорушення необхідно визначити такі умови, які б дозволили за короткий період отримати солод з високою амілолітичною активністю і добрим розчиненням ендосперму. Тому було проведено ряд експериментів, спрямованих на визначення цих умов.

Для процесу пророщування зерна гречки був обраний зрошувальний спосіб оскільки, по-перше, він має переваги в порівнянні з іншими способами пророщування (коротша тривалість, менша витрата води і електроенергії), по-друге, як було показано вище, для більш ефективного процесу пророщування зерна гречки його слід вести без знаходження зерен під шаром води, і, по-третє, даний спосіб раніше ще не використовувався в приготуванні гречаного солоду.

3.2.1 Вибір оптимальної температури пророщування гречки

Відомо, що при температурах нижче 10 °C процес пророщування зерна сповільнюється, а вище 18 °C – прискорюється і розвивається нерівномірно, при цьому зменшується кількість ферментів, які виникають, відбувається активний розвиток мікроорганізмів і збільшується можливість зараження зерна [8, 62].

Таким чином, в першій серії дослідів було вивчено вплив температури на зміну амілолітичної активності і вологості в зерні гречки сорту Українка 373 в процесі пророщування. Вихідна вологість зерна становила $10 \pm 0,1$ %, а амілолітична активність – 21 – 23 од. *W-K*.

Експеримент проводився при 10 і 15 °C. Пророщування зерна здійснювали згідно п. 2.2. Оскільки після дезінфекції та промивання зерно відразу поміщалося в камеру для пророщування, то стадія замочування зерна була відсутня.

У процесі пророщування у гречки обох сортів спостерігалось збільшення довжини паростка. На рисунку 3.8 представлена динаміка збільшення довжини паростка у сорту Українка 373 при 10 і 15 °С протягом 5 діб.

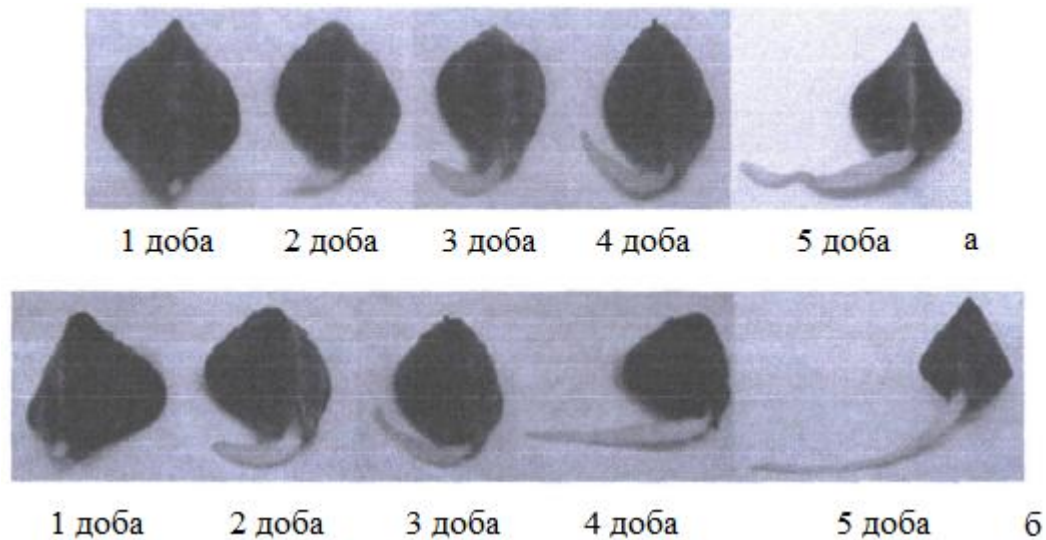


Рисунок 3.8 – Зміна довжини паростка зерна гречки сорту Українка 373 в процесі пророщування при 10 С (а) і 15 С (б)

Результати показали, що вже на першу добу незалежно від температури у зерна гречки спостерігалася поява паростка. Видно, що далі в процесі пророщування його розвиток при 15 °С був більш інтенсивним у порівнянні з 10 °С, оскільки більш висока температура активізує фізіологічні процеси в зерні.

Зміна вмісту вологи і амілолітичної активності сорту Українка 373 в процесі пророщування при 10 і 15 °С представлено на рисунку 3.9.

Видно, що вже в процесі підготовки зерна до солодощення (при обробці розчином перманганату калію і промиванні водою) вміст вологи збільшувався до 35 % у сорту Українка 373. Таке стрімке поглинання води, мабуть, можна пояснити високою проникністю насінневої і плодової оболонки зерна гречки [47], а також вільним примиканням останньої до ядра.

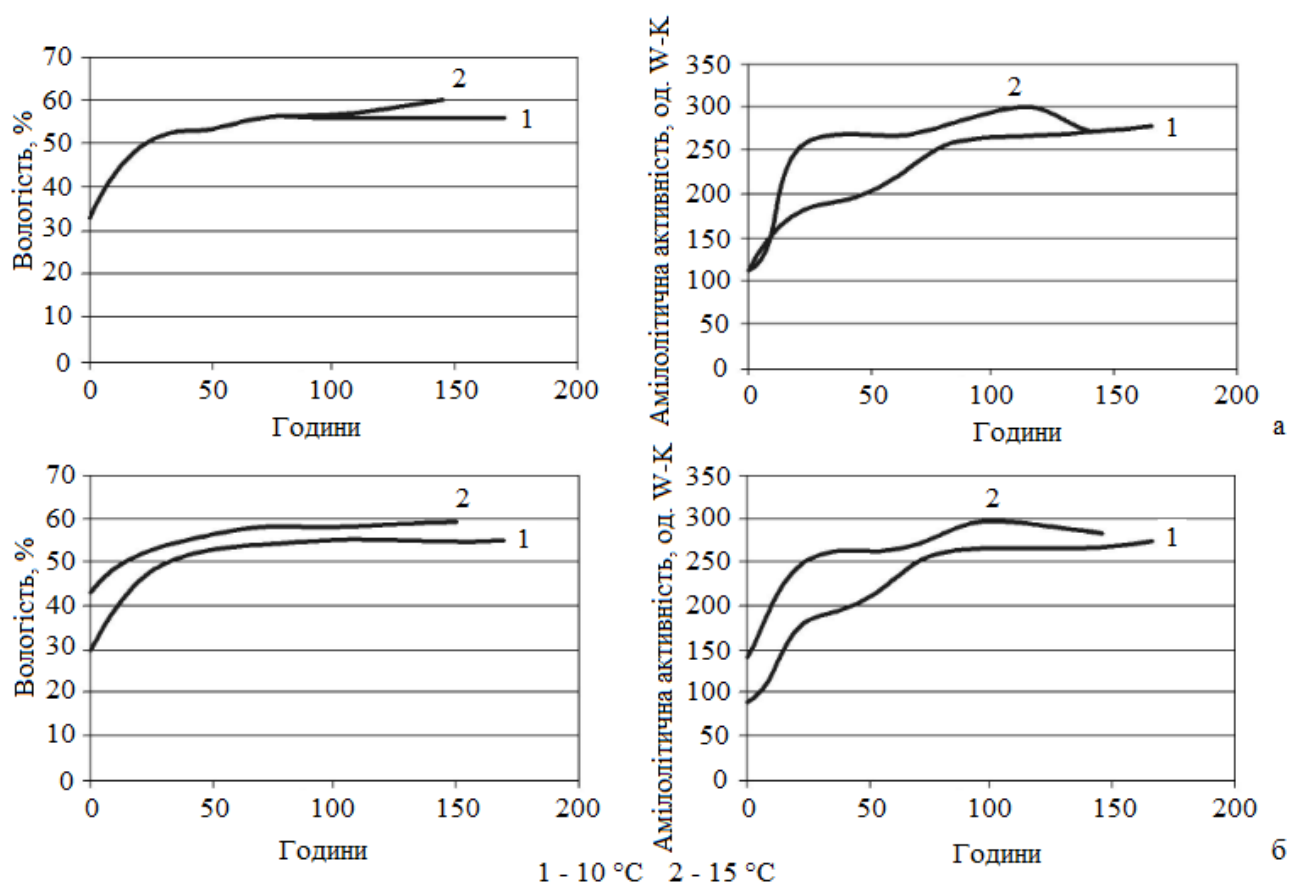


Рисунок 3.9 – Зміна вологості і амілолітичної активності (на СР) у зерна гречки Українка 373 в процесі солодорушення при 10 °С і 15 °С

У зерна сорту Українка 373 через 3 години пророщування при 15 °С вологість збільшилася до 45 %, через 24 години – до 52 %, на 3 добу – до 58 % і далі залишалася на цьому рівні до кінця експерименту. Така ж динаміка водопоглинання у даного сорту спостерігалася і при 10 °С. Так через 3 години вологість збільшилась до 30 %, через 24 години – до 47 %, на 3 добу – до 53 % і далі вже практично не змінювалася.

Однак, зерно гречки сорту Українка 373 в процесі пророщування накопичувало води на 7 – 10 % більше при 15 °С, ніж при 10 °С. Ці відмінності були зафіксовані вже через перші 24 години.

За даними Коротких О.А. і Вострікова С.В. вологість зерна гречки сорту Дикуль при повітряно-водяному замочуванні наростала істотно повільніше, ніж у вивчених нами сортів [56]. Так, приблизно один і той же рівень вологості 35 % спостерігався в наших експериментах вже через 15 хвилин обробки водою, а за

даними цих авторів – через 5 год [56]. За даними ірландських вчених цей рівень вологості у гречки досягався лише через 7 год при 10 °С [62]. Можливо, ці відмінності пов'язані зі способами обробки зерна перед солодощенням. На жаль, в даних роботах вони не описуються.

Таким чином, дослідження показали, що найбільш інтенсивне поглинання вологи зерном відбувалося в перші години. Після 24 год пророщування, коли вологість зерна досягала приблизно 50 %, її вміст незначно змінювався.

При аналізі динаміки накопичення амілолітичної активності в процесі пророщування встановлено, що у обох сортів гречки протягом першої години незалежно від температури спостерігалось інтенсивне збільшення амілолітичної активності сорту Українка 373 – 91 і 98 од. *W-K* при 10 і 15 °С.

У перші години солодощення динаміка наростання амілолітичної активності при різних температурах була на одному рівні. Однак потім рівень накопичення активності при 15 °С став інтенсивніше, ніж при 10 °С. Уже через 24 години різниця між значеннями амілолітичної активності 373 – 28 %. Далі накопичення амілолітичної активності при 15 °С носило більш спокійний характер, і верхня межа досягалась на 4 добу (290 ± 10 од. *W-K*). При 10 °С накопичення амілолітичної активності було більш стрімким, проте досягало максимальних значень тільки на 6 – 7 добу (275 ± 5 од. *W-K*).

Було встановлено, що при 10 °С рівень накопичення амілолітичної активності стрімко зростав і вже через 24 години зростання не перевищувало 2 – 3 %.

Таким чином, з отриманих результатів можна зробити висновок, що динаміка наростання активності амілолітичних ферментів при 10 °С і 15 °С температура впливала на час досягнення максимуму активності ферментів. Так при 15 °С верхня межа досягається вже на 4 добу, а при 10 °С – тільки на 6 – 7.

Ця закономірність узгоджується з даними інших авторів [56, 61], які відзначали, що при збільшенні температури солодощення максимальні значення амілолітичної активності були відзначені на 4 – 5 добу. За цим в

подальших дослідженнях для пророщування зерна гречки було обрано температурний режим 15 °С.

3.2.2 Дослідження впливу рівня вологості зерна гречки на його амілолітичну активність в процесі пророщування

Згідно з літературними даними для ячменю оптимальний ступінь замочування при солодоращенні становить 42 – 48 % [60]. Цей показник вважається дуже важливим, оскільки при недостатньому рівні вологості в пророщуваному зерні ускладнюється каталітична дія ферментів, що згодом призводить до зниження екстрактивності і якості солоду.

У наших експериментах, як було показано вище (рисунок 3.9), вологість зерна гречки в процесі пророщування була рівною 50 % і більше, при цьому рівень амілолітичної активності був досить високим. Тому в наступній серії дослідів було вивчено вплив рівня накопичення вологості зерном на зміну його амілолітичної активності в процесі пророщування.

Для аналізу були використані низькобілковий сорт Українка 373 і високобілковий Антарія. Вихідна вологість для сорту Українка 373 і сорту Антарія становила 10 і 11 %, амілолітична активність – 21 та 30 од. *W-K*, відповідно.

У першому варіанті досліді зерно зрошувалося до вологості рівною 35 – 36 %, у другому – 42 – 45 %, і далі цей параметр контролювався до кінця процесу пророщування. У третьому варіанті зерно періодично зрошувалося протягом усього досліді (вологість – 56 – 58 %), не обмежуючи накопичення вологи. Результати експерименту представлені на рисунку 3.10.

У першому варіанті досліді вміст вологи сорту Українка 373 досягла 35 %, а Антарія – 36 % за 5 годин пророщування, амілолітична активність при цьому склала 113 і 125 од. *W-K*, відповідно. Далі спостерігалось постійне наростання амілолітичної активності яка становила на 3 добу 215 од. *W-K* у сорту Українка 373 і 201 од. *W-K* у сорту Антарія.

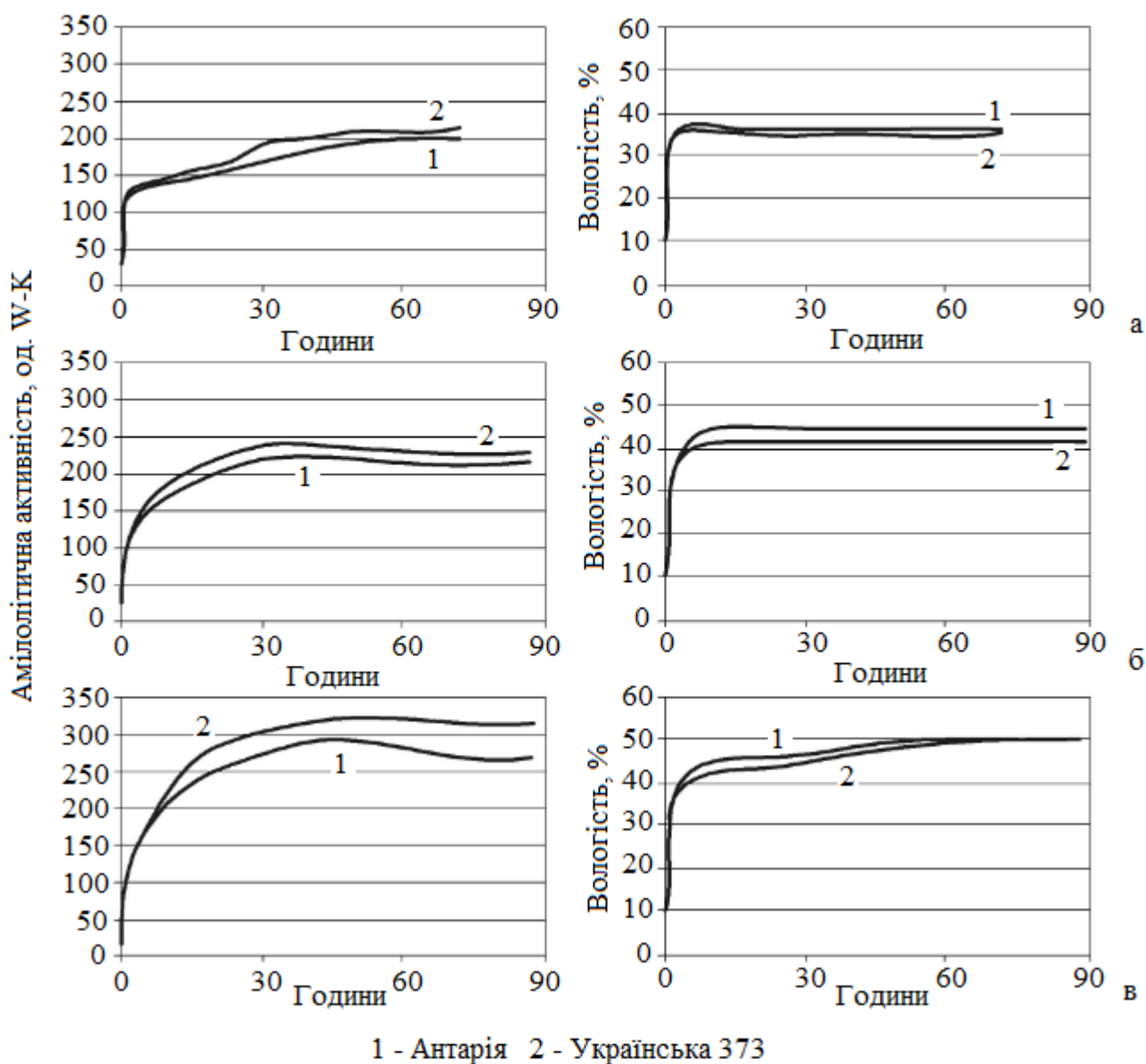


Рисунок 3.10 – Зміна амілолітичної активності в зерні гречки в процесі солодорощення в залежності від контрольованого рівня вологості: а – 35 – 36 %, б – 42 – 45 %, в – 56 – 58 % (необмежене накопичення води)

У другому варіанті дослідження накопичення води зерном до рівня 40 – 45 % у обох сортів наступало через 7 годин, при цьому амілолітична активність сорту Українка 373 становила 154 од. *W-K* і сорту Антарія – 149 од. *W-K*. Максимальна амілолітична активність спостерігалася через 3 доби і дорівнювала 235 і 223 од. *W-K* для сортів Українка 373 і Антарія, відповідно.

У третьому варіанті дослідження при періодичному зрошенні зерна і необмеженому накопиченні води амілолітична активність сорту Українка 373

досягла максимального рівного 320 од. *W-K* через 3 доби (вологість 56 %) і далі практично не змінювалась. Амілолітична активність сорту Антарія протягом перших трьох діб наростала до максимального значення, рівного 290 од. *W-K* (вологість 58 %), а далі поступово знизилася до кінця процесу до 270 од. *W-K*.

За даними ірландських дослідників оптимальною для солодоращення гречки при використанні повітряно-водяного замочування є вологість 35 – 40 %, при цьому втрати при солодоращення були мінімальними (7,43 %), екстрактивність і рівень амінного азоту – максимальними (63,77 % і 100,94 мг/100 г СР, відповідно) [62]. За даними Коротких О.А. і Вострікова С.В. краще за все зерно гречки пророщувати при 42 – 44 %, при цьому амілолітична активність свіжопророслого гречаного солоду знаходилася на рівні 265 од. *W-K* [57].

В результаті наших експериментів було встановлено, що у всіх трьох варіантах на початковій стадії процесу пророщування амілолітична активність високобілкового сорту Антарій була вище, ніж Українка 373 в середньому на 20 %. Однак вже через 5 годин і до кінця процесу сорт Українка 373 показав більш високі значення амілолітичної активності, які в перших двох варіантах дослідів були в середньому на 6 – 8 % вище, ніж у сорту Антарій. У третьому варіанті ці значення були вище на 11 % протягом 3 діб. Далі на 4 – 6 добу через постійне зниження рівня амілолітичної активності Антарія ці значення збільшилися приблизно до 18 %.

Таким чином, результати наших експериментів показали, що максимальні значення амілолітичної активності свіжопророслого солоду гречки обох сортів досягли найвищого рівня (290 – 320 од. *W-K*) при неконтрольованому накопиченні рівня вологи і відповідали показникам для свіжопророслого ячмінного солоду (300 – 400 од. *W-K* [43, 62]).

Результати наших досліджень узгоджуються з даними літератури, які свідчать про те, що чим вище здатність зерна ячменю до набрякання, тим багатшим на ферменти виходить солод, оскільки підвищення початкової вологості пророщення матеріалу викликає збільшення активності α - і β -амілаз [8].

Крім того, висока вологість зерна при пророщуванні сприяє зниженню в'язкості сусла [62].

Таким чином, з огляду на все вище викладене, для подальших досліджень використовували зрошувальний спосіб пророщування при неконтрольованому накопиченні вологи (56 – 58 %) зерном гречки.

3.2.3 Визначення оптимального часу пророщування

Для досягнення оптимальних значень амілолітичної активності, а також інших характеристик солоду, пророщування зерна зазвичай ведеться 5 – 7 діб в залежності від культури [7, 9, 62]. Згідно Коротких О.А. і Вострікова С.В. оптимальною тривалістю солодоращення зерна гречки можна вважати 6 діб, при цьому ферментативна активність свіжопророслого солоду була на високому рівні і забезпечувала повний гідроліз вуглеводів і білків [57].

В результаті експерименту, описаного вище, було встановлено, що у всіх варіантах пророщування оптимальний рівень амілолітичної активності відзначався на третю добу. Далі амілолітична активність або не змінювалася, або змінювалась незначно. Таким чином, був зроблений висновок, що процес пророщування зерна гречки при використанні зрошувального способу солодоращення можна вести три доби.

Візуально про ступінь пророщування зерна гречки можна судити по довжині утворених паростків (рисунок 3.8). При максимальному рівні амілолітичної активності (3 добу пророщування) його розмір можна порівняти з розміром зерна. Цей критерій можна використовувати для визначення моменту завершення процесу солодоращення гречки.

Також на рисунку 3.8 видно, що на 4 добу розмір паростка значно збільшувався. Як відомо, посилений ріст паростків супроводжується підвищеною витратою поживних речовин зерна і негативно позначається на екстрактивності солоду [62]. Ця обставина також свідчить на користь вибору тривалості пророщування протягом 3 діб.

Таким чином, в результаті проведених експериментів був підібраний найбільш оптимальний режим солодоращення зерна гречки, який заключається в відсутності замочування як окремої технологічної операції, використанні зрошувального способу пророщування при неконтрольованому накопиченні вологи (56 – 58 %), підтримці температури пророщування на рівні 15 °С і забезпеченні тривалості процесу протягом трьох діб.

3.3 Визначення оптимальних режимів сушіння гречаного солоду

Сушка є найважливішою технологічною операцією, що визначає якість готового солоду. Від режиму сушіння залежить в кінцевому підсумку рівень активності ферментів солоду і його органолептичні властивості [8, 43, 62].

Розробляючи ефективну технологію сушки гречаного солоду, прагнули підібрати такі умови, при яких за короткий період часу при максимальному збереженні амілолітичної активності сухого солоду вологість солоду знижувалася до 5 % і нижче.

3.3.1 Вибір оптимальної температури сушіння гречаного солоду

На наступному етапі, дослідження були спрямовані на визначення оптимальної температури сушки гречаного солоду. Для експерименту використовували свіжопророслий солод з зерна сортів Антарія і Українка 373 з початковою вологістю 58 % і 57 % і амілолітичною активністю 270 і 300 од. *W-K*, відповідно.

Свіжопророслий гречаний солод сушили при різних контрольованих температурах – 40, 50, 60 °С. Більш високу температуру сушіння не використовували, так як в попередніх експериментах було встановлено, що при температурі 70 °С втрати амілолітичної активності досягали 40 – 45 %. Періодично відбирали проби для визначення вологи, швидкості її видалення (ΔW) і амілолітичної активності, що характеризують інтенсивність процесу сушіння. Експеримент завершать при зниженні вологості солоду нижче 5 % (рисунок 3.11).

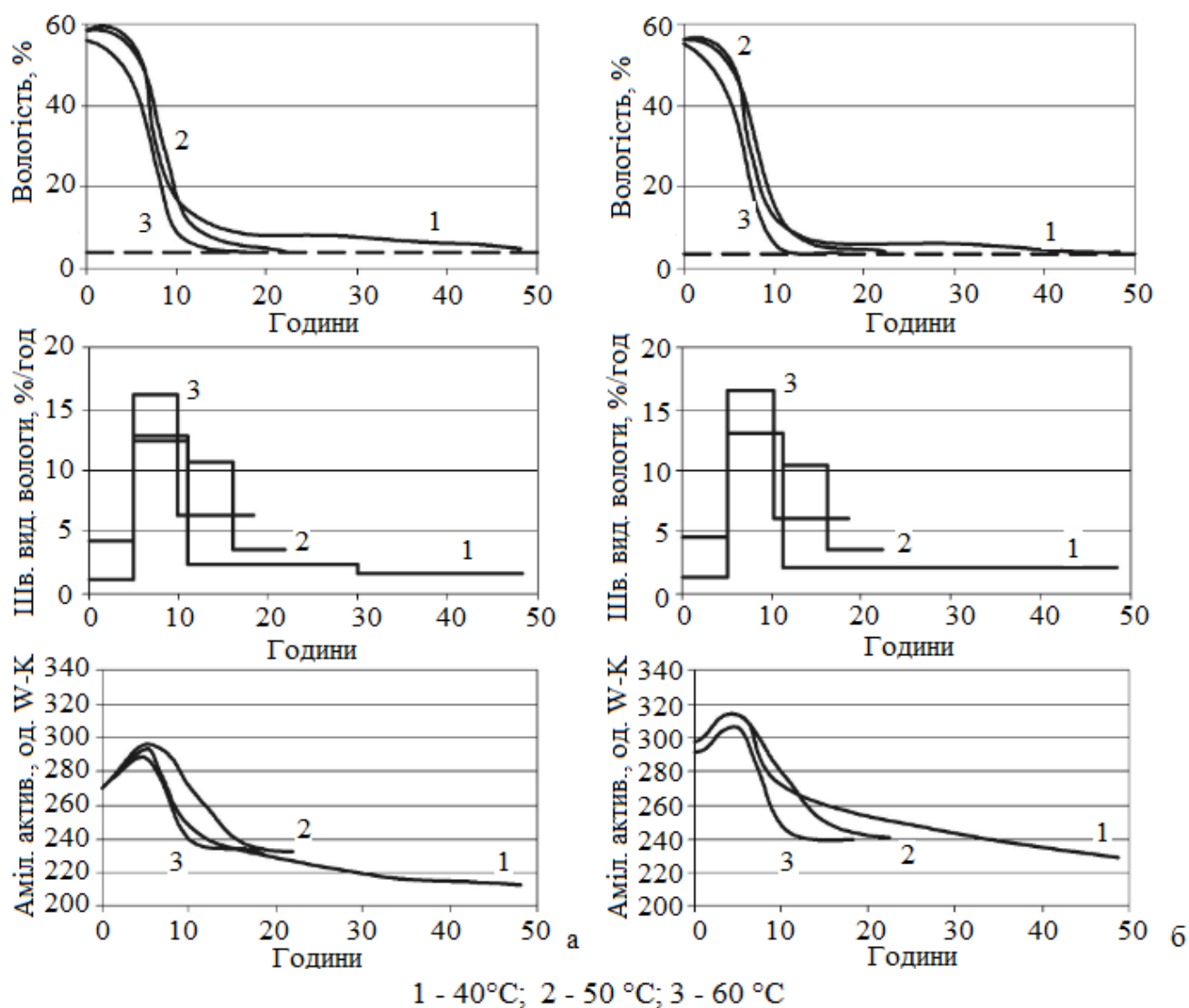


Рисунок 3.11 – Зміна вологості, швидкості видалення води та амілолітичної активності (на СР) у гречаного солоду сортів Антарія (а) і Українка 373 (б) в процесі сушіння при різних температурах

Було встановлено, що динаміка зниження води, швидкості її видалення і амілолітичної активності залежали від температурного режиму сушіння гречаного солоду. Втрата води зерном була нерівномірною в різні періоди сушки. Протягом перших п'яти годин при всіх температурних режимах вона була найнижча і становила від 1 до 4 % в годину.

У наступні 5 – 6 годин відзначалася висока швидкість видалення води. Так, через 10 – 11 годин після початку сушіння вологість обох сортів зерна знижувалася при 40 і 50 °C в 4 рази, при 60 °C в 5 разів. Потім темпи втрати

вологи уповільнювались, і в останні години сушки була відзначена досить низька швидкість зниження вологості.

Як і очікувалося, більш швидке видалення вологи з солоду спостерігалось при більш високій температурі сушіння. Так, при 40 °С вологість солоду навіть через 48 години була 5,5 %, а при 50 і 60 °С – трохи більше 4 % через 22 і 18 годин, відповідно.

Під дією високої температури сушіння змінювалася і амілолітична активність солоду. У перші години спостерігався підйом АС, рівень якої залежав від температурного режиму сушіння. При 40 °С амілолітична активність солоду сорту Антарія зросла на 9 %, сорту Українка 373 – на 6 %, при 50 °С – на 10 і 9 %, при 60 °С – на 5,5 і 6 %, відповідно. Далі амілолітична активність починала знижуватися, і до закінчення процесу втрати відносно вихідного рівнів становили при 40 °С 20 і 25 %, при 50 °С – 12,5 і 16 %, при 60 °С – 14 і 18 % для сортів Антарія і Українка 373, відповідно.

Як видно з наведених даних, після закінчення процесу сушіння амілолітична активність солоду обох сортів зберігалася на високому рівні. Так, цей показник для Антарія і Українка 373 при 50 °С становить 234 і 247 од. *W-K*, при 60 °С – 232 і 245 од. *W-K*, відповідно. При 40 °С значення амілолітичної активності були трохи нижче – для Антарію – 214, для Українки 373 – 232 од. *W-K*.

Таким чином, якщо сушку солоду вести при постійній температурі то, з огляду на тривалість процесу і рівень амілолітичної активності висушеного солоду, можна рекомендувати як оптимальний режим сушіння при температурі 60 °С.

Слід зазначити, що незалежно від температури сушіння, кінцевий рівень амілолітичної активності у сорту Українка 373 був вище, ніж у сорту Антарій при 40 °С на 8 %, при 50 °С і 60 °С – на 5 %.

У нашому експерименті для зниження вологості солоду до 5 % при 40 °С потрібно також 48 годин, при цьому значення амілолітичної активності для

сухого гречаного солоду (215 – 230 од. *W-K*) були приблизно на одному рівні зі значеннями для ячмінного солоду (близько 250 од. *W-K* [42]).

3.3.2 Визначення найбільш оптимального режиму сушки на основі проведених експериментів

Для визначення найбільш оптимального режиму сушки були узагальнені і проаналізовані результати всіх проведених експериментів. Дані представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Амілолітична активність і вологість сухого солоду сортів гречки Антарія і Українка 373, отримані при різних режимах сушки

Температурний режим	Сорт гречки	Тривалість сушки, год.	Амілолітична активність, од. <i>W-K</i>	Різниця амілолітичної активності свіжо пророщеного і сухого солоду, %	Різниця амілолітичної активності сортів Українка 373 і Антарія, %	Вологість, %
60 °C при 0,4 м/с	Антарій	18	232	14	5	4,0
	Українка 373		245	18		4,0
50 °C при 0,8 м/с	Антарій	14	245	13	5	4,0
	Українка 373		258	15		4,9
50=> 60 °C при 0,8 м/с	Антарій	12	257	10	1	4,0
	Українка 373		260	17		4,5

В результаті порівняльного аналізу було встановлено, що з урахуванням тривалості процесу і кінцевих значень амілолітичної активності і вологості найбільш оптимальним режимом є сушка при ступінчастому підвищенні температури 50=> 60 °C і швидкості повітряного потоку 0,8 м/с. Цей висновок узгоджується з висновком, зробленим на основі результатів математичного моделювання.

Слід також зазначити, що при даному температурному режимі різниця між значеннями амілолітичної активності солоду гречки сортів Антарія і Українка 373 була мінімальною і становила всього 1 %, що можна вважати несуттєвим. Отже, при використанні даного режиму сушіння сортові особливості гречки відносно активності амілолітичних ферментів сухого солоду не проявляються.

Отримані нами висновки підтверджуються даними, отриманими ірландськими вченими. Згідно з їхніми дослідженнями при використанні режимів сушки з поступовим підвищенням температури, отриманий сухий гречаний солод був більш високої якості, ніж при використанні постійних температур. Вони запропонували наступний температурний режим: 5 годин при 40 °С, потім 3 години при 50 °С і 3 години при 60 °С. Таким чином, тривалість склала 11 годин, вологість солоду при цьому була 5,7 %. Однак високий рівень вологості солоду в процесі зберігання може призвести до небажаних наслідків, які негативно позначаються на якості готового продукту.

При використанні запропонованого нами режиму тривалість сушіння становила 12 годин, проте рівень вологості був нижче – 4 – 4,5 %, що відповідає значенням для готового ячмінного солоду [28].

Слід зазначити, що при порівнянні тривалості сушіння ячмінного солоду (літературні дані) з результатами наших експериментів видно, що час сушки гречаного солоду був меншим, ніж ячмінного (18 – 36 годин в залежності від використовуваної технології [8, 43]). При цьому максимальна температура сушки гречаного солоду 60 °С була істотно нижче, ніж ячмінного – 75 – 85 °С [8, 62].

Це пов'язано в першу чергу з особливостями будови зерна, а також з більшою пористістю гречки (50 – 60 %) в порівнянні з ячменем (20 – 40 % за різними даними). Це обумовлює більш високу проникність теплого повітря під час сушки, при цьому волога легше видаляється з поверхні зерна.

3.3.3 Визначення втрат сухих речовин зерна гречки в процесі приготування солоду

Відомо, що зміни, що відбуваються при солодоращенні і сушці солоду, супроводжуються зниженням маси сировини і готового солоду. Основні компоненти зерна (крохмаль, білки, ліпіди, і ін.) При пророщування витрачаються на забезпечення фізіологічних і біохімічних процесів росту зерна. Відбувається розщеплення складних компонентів на більш прості. При сушінні свіжопророслого солоду відбувається видалення вологи, накопиченої в процесі пророщування, а також біотрансформація утворених при цьому речовин.

При виробництві солоду втрати сухих речовин необхідно враховувати, оскільки вони впливають на вихід готового продукту, причому, слід прагнути до того, щоб вони були мінімальні. При солодоращенні з використанням повітряно-водяного замочування втрати СР для пивоварного ячменю складають 6,5 – 10 %, для пшениці і жита – 8 – 10 % [62].

Були визначені втрати СР у гречки при пророщуванні зерна при 15 °С протягом трьох діб і двох ступінчастому сушінні 50=>60 °С і швидкості повітряного потоку в сушильній камері 0,8 м/с протягом 12 годин.

Різниця між масою зерна гречки перед солодоращенням і масою отриманого сухого солоду без паростків (втрата СР), склала 3,02 % для сорту Антарія і 2,99 % для сорту Українка 373, що в 2 і більше разів нижче в порівнянні з іншими зерновими, а також технологією ірландських дослідників В їх дослідженнях втрати для гречки склали від 7,43 % до 10,74 % залежно від тривалості пророщування.

Низькі значення втрат СР при солодоращенні у обох сортів гречки обумовлені, по-видимому, з одного боку, коротким терміном пророщування, а з іншого – невеликою довжиною паростків.

Таким чином, запропонована нами технологія дозволяє мінімізувати втрати СР солоду при його виробництві.

3.4 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників готового гречаного солоду

Готовий гречаний солод був досліджений з метою визначення його органолептичних і фізико-хімічних показників, а також показників безпеки і якості. Для аналізу використовувався солод з зерна гречки сортів Українка 373 і Антарій, що пройшов попереднє відлежування протягом одного місяця. Отримані результати представлені в таблицях 3.8 і 3.9.

Отриманий гречаний солод характеризувався оригінальними органолептичними властивостями. За зовнішнім виглядом він був однорідною зерною масою від коричневого до темно-коричневого кольору. Володів гречаним запахом, більш концентрованим, ніж у зерна. За смаком був гречаним, без сторонніх присмаків.

Фізико-хімічні показники якості солоду з гречки сортів Українка 373 і Антарія, а також ячмінного світлого солоду [28, 62] і гречаного солоду, отриманого ірландськими дослідниками, представлені в таблиці 3.8.

В результаті дослідження фізико-хімічних показників солодів, отриманих із зерна гречки сортів Українка 373 і Антарій було встановлено, що за більшістю показників ці солоди відрізнялися один від одного. Для обох сортів було відзначено інтенсивне накопичення вологи в процесі відлежування, але вологість готового солоду Антарія була істотно вище, ніж Українка 373 – 11,0% і 7,8 %, відповідно. Отже, в процесі зберігання солод з зерна гречки Антарія легше поглинає вологу, внаслідок чого можуть погіршуватися його фізико-хімічні властивості, а також скорочуватися термін придатності. Активне поглинання вологи гречаним солодом було відзначено й ірландськими дослідниками, що пов'язано, мабуть, з більш рихлою структурою і високою пористістю плодової оболонки зерна гречки, в порівнянні з зерном ячменю.

Таблиця 3.8 – Фізико-хімічні показники ячмінного і гречаного солодів

Показник	Значення			
	Норма для ячмінного солоду [28, 62]	Гречаний солод [14]	Гречаний солод	
			Українка 373	Антарія
1	2	3	4	5
Вологість, %	4,5 – 5,0	7,8	7,8	11,0
Екстрактивність, % на СР	79,0 – 82,0	61,9	23,7	17,5
Екстрактивність, % на СР, екстракція	не нормується	-	71,8	80,0
Білок, % на СР	не більше 11,5	12,2	12,8	16,3
Число Кольбаха, %	39,0 – 41,0	28,0	28,9	24,8
Вільний аміний азот, мг/100 г	120,0 – 160,0	88,0	96,0	-
Крохмаль, %	60,0 – 65,0	-	60,5	51,8
Амілолітична активність, од. <i>W-K</i>	240 – 260	72	265	240

Солод, також як і зерно гречки сорту Українка 373, характеризувався більш низьким вмістом білка (12,8 %) і високим крохмалю (60,5 %) в порівнянні з сортом Антарій – 16,3 % і 51,8 %, відповідно. Як відомо, високий рівень білка є негативним фактором, який може негативно вплинути на процес бродіння пива і колоїдну стійкість готового продукту.

Слід також зазначити, що солод з сорту Українка 373 характеризувався більш високою екстрактивністю і числом Кольбаха. Більш високі значення цих показників свідчили про краще розчинення солоду цього сорту в порівнянні з сортом Антарій. Висока екстрактивність солоду сорту Антарій при гарячій екстракції [37], по-видимому, була пов'язана з підвищеним вмістом в ньому білкових речовин, переважно альбумінової і глобулінової фракцій, в порівнянні з Українки, які легко переходять в розчин при більш високих температурах. Також можливо, що в цих умовах відбувався більш активний розпад білково-крохмальних комплексів, що тягне за собою, відповідно, збільшення екстрактивності.

Всі ці дані свідчать про більш високу якість солоду із зерна гречки сорту Українка 373 в порівнянні з сортом Антарія.

Порівняння якості гречаного солоду із зерна гречки сорту Українка 373 з солодом, отриманим ірландськими дослідниками за технологією повітряно-водяним замочуванням [44], показало, що солод сорту Українка 373 мав більш високі значення числа Кольбаха і вільного амінного азоту, а також значно переверщував його по рівню амілолітичної активності – 265 проти 72 од. *W-K*. Це свідчило про його більш високу якість.

Незалежно від технології отримання гречаного солоду, його оцукрювальна здатність була недостатньою, що пояснюється, головним чином, низькою активністю його β -амілази [47, 60]. Тому, при використанні гречаного солоду для приготування напоїв бродіння слід використовувати екзогенні ферментні препарати.

При порівняльному аналізі гречаного і ячмінного солодів було встановлено, що частина основних фізико-хімічних показників гречаного солоду обох сортів відрізнялася від значень, рекомендованих для ячмінного солоду. Слід зазначити нижчу екстрактивність гречаного солоду, по підвищеному вмісту білка і вологи, недорозчинність білкових з'єднань. Інші показники, такі як, вміст крохмалю, вільного амінного азоту були близькі, а амілолітична активність, кольоровість і кислотність суслу відповідали загальноприйнятим для ячмінного солоду критеріям.

При визначенні вмісту рутина в сухому солоді сортів гречки Українка 373 і Антарій було встановлено, що в процесі солодорушення у обох зразків його концентрації знизилися приблизно на 30 %.

У таблиці 3.9 наведені результати досліджень солоду сортів Українка 373 і Антарій за показниками безпеки відповідно до СанПіН 2.3.2.1078 2001 і СанПіН 2.3.2.6550-10.

Результати свідчать, що солод, отриманий з обох сортів гречки, за показниками безпеки задовольняв вимогам СанПіН 2.3.2.1078-2001 «Гігієнічні

вимоги до якості і безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів» і СанПіН 2.3.2.6550-10 «Доповнення та зміни № 18 до СанПіН 2.3.2.1078-01 ».

Таблиця 3.9 – Показники безпеки солоду із зерна гречки сортів Українка 373 і Антарія

Показники	Нормативне значення	Фактичне значення	
		Українка 373	Антарія
Токсичні елементи, мг/кг	Не більше		
Свинець	0,5	0,031	0,033
Миш'як	0,2	Не виявлено	Не виявлено
Кадмій	0,1	0,018	0,019
Ртуть	0,03	Не виявлено	Не виявлено
Мікотоксини, мг/кг	Не більше		
Афлатоксин В1	0,005	Не виявлено	Не виявлено
Т-2 токсин	0,1	Не виявлено	Не виявлено
Радіонукліди, Бк/кг	Не більше		
Цезій-137	60	Не виявлено	Не виявлено
Забрудненість і зараженість шкідниками хлібних злаків (комахи, кліщі)	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено

Досліджувані зразки солоду з зерна гречки сортів Антарія і Українка 373 були проаналізовані на вміст глютену.

В результаті аналізу було встановлено, що в досліджуваних зразках, отримання глютену, було менше 5 мг/кг солоду. Таким чином, можна вважати солод з зерна гречки сортів Антарія і Українка 373 безглютеновими, оскільки містить менше 20 мг/кг глютену. Відповідно, продукти, зроблені на основі такого солоду (хлібобулочні та кондитерські вироби, пиво, квас), також можна віднести до безглютенових і використовувати в дієтичному харчуванні хворих на целиацію (глютенову непереносимість).

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було визначено оптимальні умови солододорощення зерна гречки. Характерними особливостями солододорощення були: зрошувальний спосіб пророщування, відсутність стадії замочування, як окремої технологічної операції, вологість пророщувати зерна 56 – 58 %, температура пророщування 15 °С, тривалість – 3 доби.

Обґрунтовано та розроблено оптимальний режим сушіння гречаного солоду. Вперше досліджено вплив швидкості повітряного потоку на ефективність процесу сушіння. Особливістю технології з'явилася двоступенева сушка солоду: 50 °С (6 год) і 60 °С (6 год) при швидкості повітряного потоку 0,8 м/с.

Проведено аналіз готового гречаного солоду за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Готовий солод характеризувався високим рівнем амілолітичної активності (240 – 260 од. *W-K*), задовільним вмістом крохмалю (60 %) і вільного амінного азоту (96 мг/100 мл), оптимальним значенням рН (5,9). З цих та інших показників він перевершував зразки, отримані різними авторами за іншими технологіями. Якість солоду із зерна гречки з низьким вмістом білка (сорт Українка 373) було вище, ніж із зерна з більш високим (сорт Антарія). Вміст глютену в гречаному солоді був менше 5 мг/кг, що дозволяє вважати його безглютеновою сировиною і використовувати при виробництві продуктів харчування для хворих на целиакію.

4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Розробка технології та технологічної схеми отримання гречаного солоду

Результати експериментів по визначенню оптимальних умов солододорощення і сушки гречаного солоду дозволили зробити висновок про те, що для накопичення високого рівня амілолітичної активності в солоді можливе використання зрошувального способу, пророщування зерна гречки слід вести при відносно високій температурі (15 °С) і неконтрольованому накопиченні вологості. Для збереження високого рівня амілолітичної активності солоду на стадії сушки слід уникати високих швидкостей видалення вологи в перші години, тобто в той період, коли спостерігається підйом амілолітичної активності. Цього можна досягти, регулюючи температурний режим сушіння і швидкість повітряного потоку в сушильній камері.

На підставі експериментів запропонована технологія гречаного солоду, яка полягає в наступному:

- відсутність замочування як окремої технологічної операції;
- зрошувальний спосіб пророщування;
- температура пророщування – 15 °С;
- тривалість пророщування – 3 доби;
- двоступенева сушка солоду з температурними режимами 50 °С (6 годин), а потім 60 °С (6 годин);
- швидкість повітряного потоку в сушильній камері – 0,8 м/с;
- тривалість сушіння – 12 годин.

Дані технологічні операції дозволяють, по-перше, на стадії пророщення гречки досягти високого рівня активності амілолітичних ферментів протягом досить короткого періоду часу (3 доби), по-друге, на стадії сушки домогтися мінімальних втрат амілолітичної активності гречаного солоду, при цьому тривалість сушки солоду до вологості 4 – 5 % також достатньо коротка (12 год.). Технологічна схема виготовлення гречаного солоду представлена на рисунку 4.1

була запропонована для практичної реалізації з вирощування гречаного солоду в умовах приватного підприємства «Агробізнес Газда» Дніпропетровського району Дніпропетровської області.

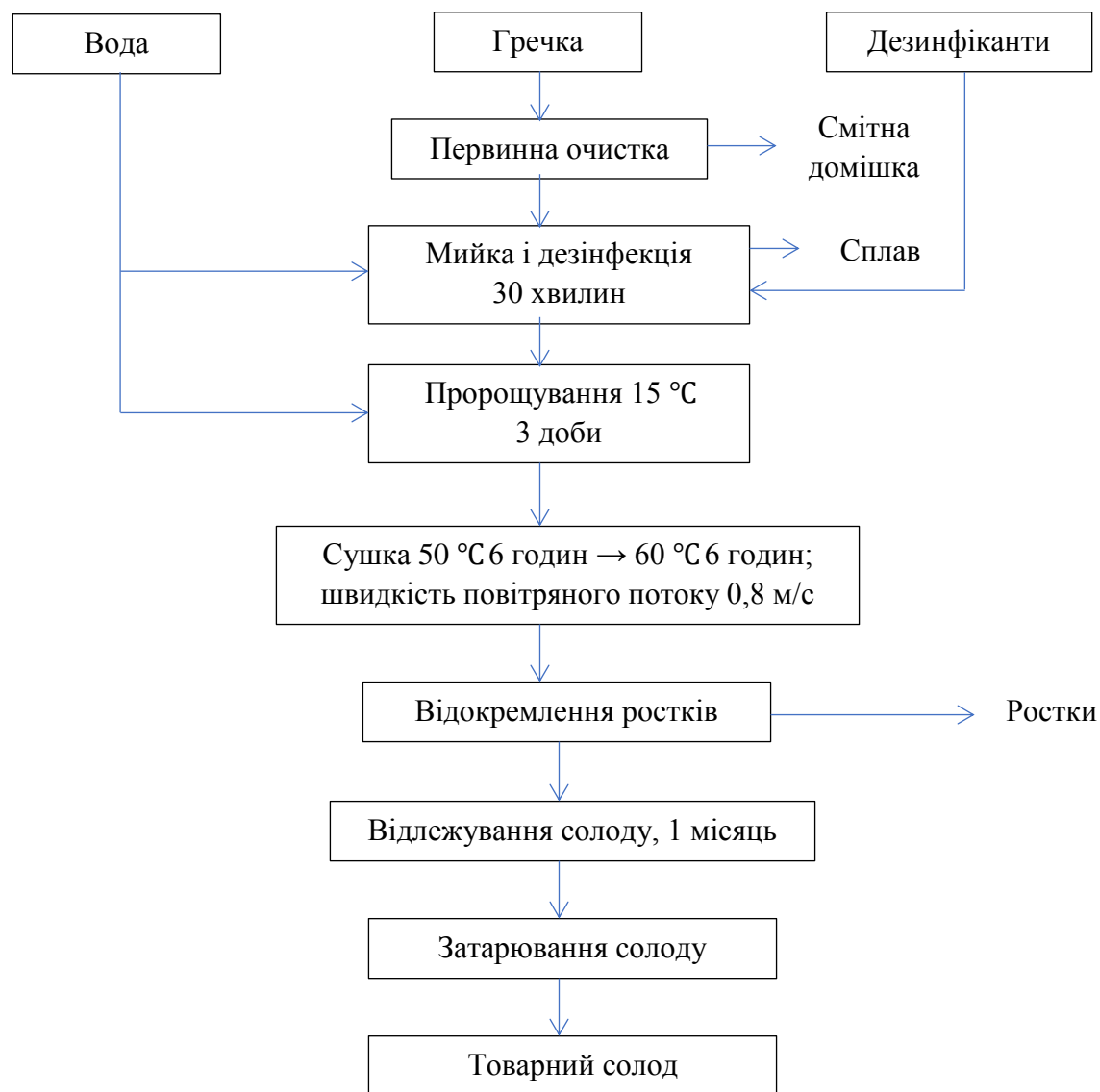


Рисунок 4.1 – Технологічна схема приготування гречаного солоду

У якості дезінфектанту крім марганцевокислого калію можуть використовувати перекис водню [18], хлорне вапно [23] та інші дезінфектанти, дозволені до застосування.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи розроблено технологію гречаного солоду. Технологічна схема включає: зрошувальний спосіб пророщування при 15 ° С протягом 3-х діб при вологості зерна 56 – 58 %, двоступеневу сушку солоду протягом 12 год. При використанні даної технології частка втрат сухих речовин солоду не перевищує 3 %, що істотно нижче, ніж при інших технологіях.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в приватному підприємстві «Агробізнес Газда»

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності (ст. 1 Закону України «Про охорону праці») [63].

В приватному підприємстві «Агробізнес Газда» за стан охорони праці відповідальність несе директор. У своїй діяльності з охорони праці він керується законодавчими і нормативними актами України, наказами і розпорядженнями вищих органів.

Директор створює безпечні умови праці, заключає договір і паспортизацію робочих місць.

З метою своєчасного виявлення та усунення і потенційного прогнозування можливих небезпечних місць на виробничих лініях, складах та інших виробничих об'єктах підприємства, необхідно впровадження проведення робіт профілактичного характеру, що будуть пов'язані з попередженням нещасних випадків.

Відповідальність за організацію та стан охорони праці по галузям приватного підприємства «Агробізнес Газда» покладено на головних спеціалістів галузей, а на робочих місцях на керівників виробничих підрозділів.

Загальна кількість працівників складає 85 чоловік. У відповідності з законом України про Охорону праці директор створив на підприємстві службу з охорони праці. Наказом призначив інженера з охорони праці, який здійснює організаційно-методичне керівництво роботи з охорони праці підприємства, планує і організовує заходи з питань охорони праці, організовує проведення атестації робочих місць, проводить вступний інструктаж з охорони праці.

Керівники виробничих дільниць забезпечують здорові і безпечні умови праці на робочих місцях, дотримання правил і норм по охороні праці, займаються проведенням інструктажу на робочому місці, веденням журналу обліку інструменту, контролюють стан машин і обладнання, керуючись при цьому законодавчими актами, нормативними документами, наказами і розпорядженнями керівництва господарства і спеціаліста з охорони праці

Керівництво підприємства приділяє велику увагу питанням охорони праці, але за рахунок застарілого обладнання з контролю мікроклімату у виробничих приміщеннях, освітлення, а також використання застарілого технологічного обладнання без використання засобів автоматизації, всі ці фактори пов'язані з достатньо великим травматизмом на виробництві та зі збільшенням числа нещасних випадків на підприємстві. В подальшому планується поступово усувати недоліки в роботі служби охорони праці підприємства, а також розробити нові засоби аварійної сигналізації та освітлення виробничих приміщень.

Організація робіт з охорони праці на підприємстві знаходиться в задовільному стані. До її недоліків можна віднести:

1. Відсутній медичний контроль працівників перед роботою для зменшення захворюваності і нещасних випадків з вини працюючого.
2. Організація робочих місць не відповідає вимогам.
3. На робочих місцях відсутній необхідний інструмент.
4. Перелік та стан інструменту на протипожежних щитах не відповідає вимогам.
5. Відсутні місця для паління.

Шкідливий виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків (п.4.22 ДСТУ 2293-99) [64], а саме це високий рівень запиленості, нерівномірне освітлення робочих місць та підвищена вологість про роботі з солоростильними апаратами.

Небезпечний виробничий фактор – виробничий чинник, вплив якого на працівника у певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті. (п.4.18 ДСТУ 2293-99) [64], а саме це робота з підвищеними струмами (до 380 В) високими температурами обладнання для сушіння солоду.

5.2 Правила безпечного виконання робіт оператором солоростильних комплексів

Загальні положення

До роботи машиністом (оператором) [65] солоростильних комплексів допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли навчання з обслуговування і безпечної експлуатації цих агрегатів та попереднє навчання і перевірку знань із питань охорони праці і мають про це відповідне посвідчення, а також інструктаж ввідний, інструктаж на робочому місці, та інструктаж по протипожежній безпеці. В подальшому вони проходять повторні інструктажі по охороні праці на робочому місці один раз у квартал.

Машиніст (оператор) солоростильних комплексів повинен бути забезпечений спецодягом (комбінезон х/б), упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, що звисають, не прилягають і можуть бути захоплені деталями, що рухаються і обертаються. Якщо під час роботи виділяється багато пилу, то необхідно захищати органи дихання респіратором типу «Лепесток», а органи зору – захисними окулярами.

Робота обладнання без постійного нагляду допускається тільки при наявності автоматики, яка дозволяє забезпечити нормальний режим роботи агрегатів з пульта управління, зупинку агрегатів при порушенні режиму роботи, подачу відповідних сигналів на пульт управління.

Машиністу (оператору) можуть доручати такі роботи по ремонту обладнання, трубопроводів, арматури під час зупинки агрегатів або їх роботі в

автоматичному режимі. Ремонт газопроводів та автоматики здійснюється спеціалізованими організаціями.

Машиніст (оператор) не повинен виконувати розпоряджень, які суперечать інструкції по охороні праці та інструкції по експлуатації обладнання.

Обладнання, яке обслуговується повинно бути в справленому стані та чистоті. Проходи та виходи повинні бути вільними, двері повинні легко відчинятись.

Машиніст (оператор) розписується в змінному журналі про прийом та здачу зміни, відмічає час запуску та зупинки обладнання, виявлені недоліки та інші дані.

Правила безпечного виконання робіт при роботі оператором солодоростильних комплексів

Працівник зобов'язаний:

- виконувати вимоги пожежної безпеки;
- користуватися ЗІЗ;
- знати і дотримуватися правил особистої гігієни.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Пристаюючи до роботи працівник зобов'язаний надіти спецодяг, ретельно заправити його, не допускаючи звисаючих кінців, волосся прибрати під головний убір, взуття повинне бути зручним, закритим, без каблука.

Працівник повинен ознайомитися з результатами попередньої зміни, з'ясувати всі наявні технічні неполадки в роботі, устаткування, їх причини.

Уважно оглянути робоче місце і перевірити чи немає на робочому місці сторонніх предметів, чи вільні проходи.

Перевірити справність освітлення, наявність необхідного інвентарю, інструментів, пристосувань.

Зовнішнім оглядом перевірити справність обладнання, наявність і справність огорож, приводів, справність електроапаратури, засобів сигналізації, засобів заземлення, аспіраційних мереж.

Перед пуском обладнання слід переконатися, що немає сторонніх предметів на робочому місці, закріплені огородження, а також у справності всіх механізмів і приладів.

У разі виявлення несправностей слід повідомити про це змінному майстру і діяти за його вказівкою.

Дотримуватися вимоги виробничої санітарії на робочому місці [66].

Вимоги безпеки під час роботи

Перед пуском машин солодоростильних комплексів в роботу необхідно переконатися в тому, що пуск не створює небезпеку для працівників, а при дистанційному управлінні має бути дано сигнал про запуск машин.

За всіма працюючими машинами повинен вестися регулярний нагляд з метою своєчасного усунення дефектів, що викликають збільшення шуму чи перегрів обертових деталей (неправильна збірка або знос вузлів машини, несвоєчасне або недостатнє змащування і т.п.). У разі несправності, що загрожує безпеці працівників, обладнання повинно бути негайно вимкнено з роботи.

Допоміжні операції (прибирання, змащування, чищення, зміна інструменту і пристосувань, регулювання огороджувальних, запобіжних і гальмових пристроїв тощо), а також роботи з технічного обслуговування і ремонту устаткування виконуються при вимкненому обладнанні, перекритті запірної арматури на відповідних трубопроводах. При цьому обладнання відключають від усіх джерел енергії і вживають заходів проти випадкового включення. На пускових пристроях вивішуються плакати «Не вмикати! Працюють люди!».

Не допускається очищення (прибирання) устаткування, машин і шляхом обдування стисненим повітрям.

Виконання допоміжних операцій на працюючому обладнанні, а також робіт з його технічного обслуговування і ремонту не допускається.

Пуск обладнання в роботу після нетривалих зупинок може бути здійснений після перевірки його справності з дозволу начальника підрозділу. Забороняється пуск і робота машин з відкритими люками, кришками або дверцятами.

Не допускається розчищати від завалів, запресованого продукту або від предметів, що потрапили до пакувальних машин під час їх роботи. Розчищення повинно проводитися після повної зупинки машини та вжиття заходів, що виключають випадковий її пуск.

Підтягування болтових з'єднань, усунення всякого роду несправностей на рухомих частинах дозволяється виконувати тільки при повній зупинці устаткування.

При обслуговуванні пакувальних машин слід користуватися безпечними пристосуваннями – спеціальними скребками та щітками. Зазначені пристосування повинні бути в доступному, зручному для обслуговування місці.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При виникненні небезпечних передаварійних ситуацій (запах нагрітого продукту, гару, диму, попадання в обладнання сторонніх предметів, завалу обладнання продуктом і т.д.) все технологічне, транспортне і аспіраційне обладнання необхідно зупинити і ретельно перевірити. Запуск його можливий тільки після виявлення і усунення причин неполадок.

У разі виникнення аварійної ситуації працівник зобов'язаний зупинити обладнання, перекрити подачу на нього продукту і повідомити змінному майстру і вжити заходів щодо усунення несправностей.

У випадку травмування або раптового захворювання працівник повинен повідомити змінному майстру і звернутися в медпункт.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Про всі виявлені порушення вимог безпеки праці повідомити змінному майстру або начальнику цеху.

Після закінчення зміни працівник повинен привести в порядок своє робоче місце, використовуючи щітки з довгою ручкою і інший інвентар для безпечного проведення робіт.

Передати зміннику робоче місце, інструмент і пристосування, поставивши його до відома про виниклі несправності, зауваженнях під час роботи та вжиті заходи щодо їх усунення.

Перед перевдяганням у особистий одяг прийняти гігієнічний душ, прибрати спецодяг в гардероб.

Залишатися в цеху або на території комбінату після закінчення зміни без відома змінного майстра або начальника цеху не допускається.

5.2.1 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в підприємстві

Розрахунок системи вентиляції виробничого приміщення. Механічну вентиляцію виробничого приміщення цеху очистки зерна де повітрообмін розраховується на 10 чоловік працівників.

Першим етапом при розрахунку механічної системи вентиляції необхідно накреслити схему вентиляційної системи цеху.

Потім необхідно визначити повітрообмін W (м³/год). Оскільки у виробничому приміщенні цеху не міститься шкідливих речовин повітрообмін будемо визначати шляхом множення кількості робітників n_p в приміщенні на нормовану величину W_0 витрати повітря на одного працюючого.

Отже повітрообмін визначимо за формулою:

$$W = n_p \cdot W_0, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (5.1)$$

де n_p – кількість робітників, чол. $n_p = 85$ чол.

В нашому випадку, коли на одного працівника припадає 20 м³ і більше об'єму приміщення, то $W_0 = 20$ м³/год.

Отже, маємо,

$$W = 85 \cdot 20 = 1700 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Знаючи величину повітрообміну ми можемо тепер визначити продуктивність вентилятора за формулою:

$$W_B = \kappa_3 \cdot W, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (5.2)$$

де, κ_3 – коефіцієнт запасу. Приймаємо в межах 1,3 – 2,0.

Отже,

$$W_B = 1,5 \cdot 1700 = 2550 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Тепер за каталогом вентиляційного обладнання, та за номограмою по підрахованій продуктивності вибираємо марку та тип вентилятора, а також потужність двигуна та діаметр вентиляційної труби. Отже тип вентилятора радіальний, марка ВЦП 3-40-5,0, технічна характеристика приведена в таблиці 5.1.

В результаті виникнення надзвичайної ситуації (несправності технологічного обладнання), концентрація пилу у повітрі робочої зони може перевищувати встановлені норми в 2 – 3 рази, тому необхідно провести у уточнювальний розрахунок системи вентиляції.

Таблиця 5.1 – Технічна характеристика вентилятора ВЦП 3-40-5,0

Марка	Двигун			Частота обертання робочого колеса, хв ⁻¹	Параметри в робочій зоні		Маса, кг
	Тип	Потужність, кВт	Частота обертання вала, хв ⁻¹		Продуктивність, тис.м ³ /год	Тиск, Па	
ВЦП 3-40-5,0	АИР160S2	9,0	1200	1800	1,3 – 8,0	1300	270

За результатами практичного дослідження встановлено, що технологічним обладнанням виділяється до 15 кг зернового пилу за годину. Дослідження

концентрації пилу проводилися розрахунково-ваговим методом і за допомогою приладу «аспіратора».

Продуктивність вентилятора призначеного для видалення пилу з робочої зони зерноочисного відділення визначається за формулою,

$$L = \frac{P}{P_1 - P_0}, \text{ мг/м}^3 \quad (5.3)$$

За нормами СН 245-71 [67] для зернового пилу $P_1 = 6 \text{ мг/м}^3$, що стосується P то прийmemo його в три рази більшим від дослідного, так як в результаті надзвичайної ситуації показник збільшується до трьох разів.

Отже,

$$L = \frac{45000}{6 - 0} = 7500 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розрахункова продуктивність вентилятора у разі виникнення надзвичайної ситуації рівна $7500 \text{ м}^3/\text{год}$, а отже, обраний вентилятор цілком впорається із видаленням пилу і у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Рекомендації щодо поліпшення умов праці на підприємстві. В результаті аналізу стану охорони праці та виробничого травматизму, мною були виявлені певні недоліки. Пропонуємо провести заходи для їх усунення, що призведе до поліпшення умов та безпеки праці, а саме:

1. Ввести медичний контроль працівників перед роботою для зменшення захворюваності і нещасних випадків з вини працюючого.
2. Реорганізувати робочі місця з метою створення здорових і безпечних умов праці з метою поліпшення безпеки і умов праці.
3. Доукомплектувати робочі місця набором необхідного інструмента і пристосуваннями для зменшення травматизму і нещасливих випадків на підприємстві.

4. Доукомплектувати протипожежні щити для забезпечення своєчасної ліквідації пожежі, в разі її виникнення [68].

5. Для запобігання виникнення пожежі обладнати місце для паління.

5.3 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення на підприємстві

Показники виробничого травматизму по приватному підприємству «Агробізнес Газда» за останні три років приведені в таблиці 5.2.

Коефіцієнти частоти, тяжкості та втрати робочого часу визначено за статистичними методами аналізу виробничого травматизму.

Оскільки нещасні випадки траплялись на підприємстві тільки протягом 2018 року, тому розрахунки приведемо тільки за цей рік.

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{ч2018} = \frac{2}{85} \cdot 1000 = 23,5,$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{в2018} = \frac{45}{2} = 22,5,$$

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{вт2018} = \frac{45}{85} \cdot 1000 = 529,4.$$

Основні показники травматизму зводяться до таблиці 5.2 та робляться висновки про його рівень.

Таблиця 5.2 – Основні показники виробничого травматизму по ПП «Агробізнес Газда» за 2017 – 2019 роки

Показники	Роки		
	2017	2018	2019
Кількість працюючих, чол.	85	85	85
Кількість нещасних випадків, од	-	2	-
Втрати днів непрацездатності від травматизму	-	45	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	23,5	-
Коефіцієнт важкості травматизму	-	22,5	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	240	-

Аналіз виробничого травматизму за період 2017 – 2019 рр. показав, що тільки у 2018 році в господарстві сталося два нещасних випадки, що призвело до втрати потерпілими 45 днів працездатності.

5.4 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі пожежі

Правила забезпечення пожежної безпеки на виробництві містять докладні інструкції щодо запобігання пожежній ситуації, а так само наказують кожному працівнику, відповідальному за пожежну безпеку, виконувати певні дії [68].

Однак основні заходи у разі виникнення пожежі завжди однакові. Насамперед необхідно оповістити про пожежу по телефону пожежну охорону. А так же повідомити про надзвичайну ситуацію добровільну пожежну дружину підприємства. Потім необхідно включити систему пожежної безпеки та пожежогасіння, якщо вона не є автоматичною.

Із зони загоряння необхідно вивести працівників, які не беруть участь в зупинці виробництва та ліквідації пожежі. Співробітники, які беруть участь у ліквідації загоряння мають необхідні посадові інструкції, згідно з якими вони виконують конкретні дії і відповідають за їх виконання своїми підлеглими.

За командою керівництва необхідно зупинити виробництво і знеструмити електрообладнання відповідно до правил аварійної установки, а так само відключити вентиляцію, перекрити подачу газу та інших горючих речовин.

Тільки після цього можна приступати до гасіння пожежі. Тут так само необхідно чітко дотримання всіх правил і пересторог, щоб уникнути ще більшого матеріального збитку, псування майна підприємства і нанесення шкоди здоров'ю тих, хто бере участь у ліквідації загоряння. Після приїзду пожежної бригади всі працівники підприємства повинні покинути небезпечну зону.

Для забезпечення пожежної безпеки на кожному підприємстві повинен бути необхідний інвентар на випадок виникнення пожежі – вогнегасники, пожежні крани в приміщеннях пожежні рукави, пожежні гідранти на території підприємства та інше обладнання.

Висновки до розділу

У даному розділі приведено дослідження стану охорони праці та обов'язки відповідальних осіб з охорони праці на підприємстві, проаналізований стан охорони праці в цеху з виробництва солоду. У частині інженерних розрахунків для покращення умов праці та підвищення безпечності виробництва був проведений розрахунок системи вентиляції виробничого приміщення цеху, згідно розрахунків було обрано радіальний вентилятор марки ВЦП 3-40-5,0, продуктивність якого рівна $7500 \text{ м}^3/\text{год}$. Також був розроблений план дій у разі пожежі.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Відомо, що солод в порівнянні з зерном містить значно більше вітамінів, вільних амінокислот, низькомолекулярних вуглеводів та інших корисних речовин. Застосування гречаного солоду дозволило б збагачувати продукти харчування біологічно активних речовин, підвищувати харчову і біологічну цінність продуктів, урізноманітнити їх асортимент.

Отже, метою проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування процесу виробництва гречаного солоду, наведений у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір напрямку наукових досліджень	1
2-3	Робота з літературними джерелами та написання огляду	17
3-4	Розробка плану проведення науково-дослідних робіт	5
4-5	Розробка методик наукових досліджень	4
5-6	Підготовка дослідних зразків зерна гречки	3
6-7	Підготовка дослідного устаткування	18
7-8	Дослідження фізіологічних показників якості зерна гречки	3
7-9	Визначення оптимальних умов солодощення зерна гречки	5
7-10	Визначення оптимальних умов сушки гречаного солоду	4
7-11	Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників готового гречаного солоду	2
8-12	Обробка отриманих даних експериментальних дослідження	1
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Підготовка демонстраційного матеріалу та робота над публікацією	8

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1).

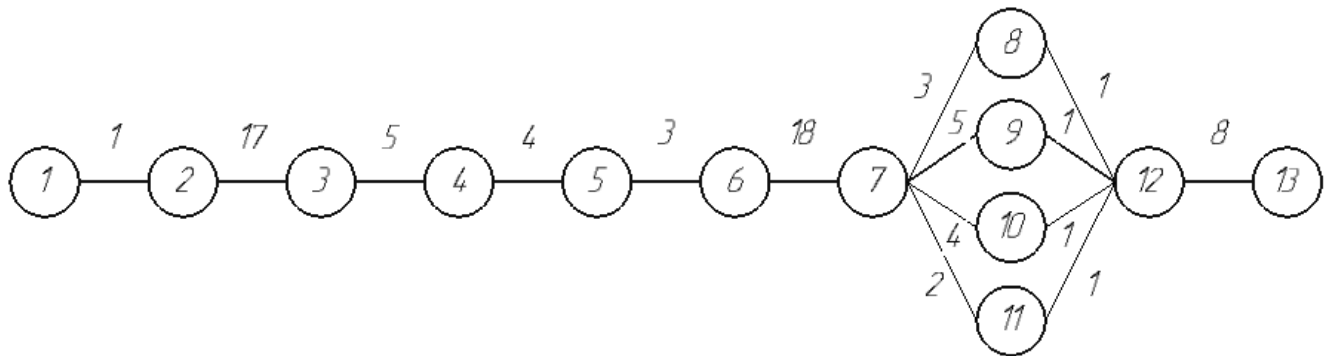


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13}^1 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 3 + 1 + 8 = 57;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13}^2 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 5 + 1 + 8 = 63;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13}^3 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 4 + 1 + 8 = 61;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13}^3 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 2 + 1 + 8 = 59.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є другий шлях з тривалістю в 63 дні.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події T_i^n – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події T_i^p – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{KP} = 63$ дні.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де R_1 – резерв шляху, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де R_{ij}^n – повний резерв часу роботи, днів;

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де R_{ij}^e – вільний резерв часу роботи, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події T_1^p , дні	Пізній термін здійснення події T_1^n , дні	Резерв шляху R_1 , дні
1	0	0	0
2	1	1	0
3	18	18	0
4	23	23	0
5	27	27	0
6	30	30	0
7	48	48	0
8	51	53	2
9	53	53	0
10	52	53	1
11	50	53	3
12	54	54	0
13	62	62	0

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де L_{maxij} – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

L_{kp} – довжина критичного шляху ($L_{kp} = 63$ дні).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При

складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу R_{ij}^e , дні	Повний резерв часу R_{ij}^n , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,02
3-4	0	0	0,32
4-5	0	0	0,40
5-6	0	0	0,46
6-7	0	0	0,68
7-8	0	2	0,81
7-9	0	0	0,84
7-10	0	1	0,83
7-11	0	3	0,80
8-12	0	0	0,84
9-12	0	0	0,87
10-12	0	0	0,85
11-12	0	0	0,82
12-13	0	0	1,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 63 дні. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

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:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.5)$$

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Зерно гречки, кг	20	18,00	360,00
Всього			360,00

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	47,62	15	714,30
Всього				714,30

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{714,30 \cdot 22}{100} = 157,15 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

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 персональний комп'ютер:

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

Загальні витрати електроенергії складуть:

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

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.7)$$

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 витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Установка для пророщування та сушки зерна гречки	3800,00	15	6	9,37
Персональний комп'ютер	8800,50	24	25	144,67
Всього				154,04

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{714,30 \cdot 80}{100} = 571,44 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	360,00
Заробітна плата	714,30
Нарахування на заробітну плату	157,15
Електроенергія	431,83
Амортизація	154,04
Накладні витрати	571,44
Всього	2388,76

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2388,76 + \frac{30 \cdot 2388,76}{100} = 3105,39 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3105,39 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 63 дні. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 714,30 грн та 571,44 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3105,39 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Досліджено основні технохімічні і фізіологічні показники зерна гречки сортів Антарія і Українка 373. Встановлено, що вміст білкових речовин становить 11 – 14 %, крохмалю – 52 – 71 %. Вміст рутина в зерні було 0,04 – 0,08 %. Зниження рівня рутина в процесі зберігання зерна гречки протягом двох років не перевищувало 9 %.

2. Визначено оптимальні умови солододороження зерна гречки. Характерними особливостями солододороження були: зрошувальний спосіб пророщування, відсутність стадії замочування, як окремої технологічної операції, вологість пророщувати зерна 56 – 58 %, температура пророщування 15 °С, тривалість – 3 доби.

3. Обґрунтовано та розроблено оптимальний режим сушіння гречаного солоду. Вперше досліджено вплив швидкості повітряного потоку на ефективність процесу сушіння. Особливістю технології з'явилася двоступенева сушка солоду: 50 °С (6 год) і 60 °С (6 год) при швидкості повітряного потоку 0,8 м/с.

4. Проведено аналіз готового гречаного солоду за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Готовий солод характеризувався високим рівнем амілолітичної активності (240 – 260 од. *W-K*), задовільним вмістом крохмалю (60 %) і вільного амінного азоту (96 мг/100 мл), оптимальним значенням рН (5,9). З цих та інших показників він перевершував зразки, отримані різними авторами за іншими технологіями. Якість солоду із зерна гречки з низьким вмістом білка (сорт Українка 373) було вище, ніж із зерна з більш високим (сорт Антарія). Вміст глютену в гречаному солоді був менше 5 мг/кг, що дозволяє вважати його безглютеновою сировиною і використовувати при виробництві продуктів харчування для хворих на целиакію.

5. Розроблено технологію гречаного солоду, технологічна схема включає: зрошувальний спосіб пророщування при 15 °С протягом 3-х діб при вологості зерна 56 – 58 %, двоступеневу сушку солоду протягом 12 год. При використанні

даної технології частка втрат сухих речовин солоду не перевищує 3 %, що істотно нижче, ніж при інших технологіях.

6. Досліджено стан охорони праці та обов'язки відповідальних осіб з охорони праці на підприємстві, проаналізовано стан охорони праці в цеху з виробництва солоду. У частині інженерних розрахунків для покращення умов праці та підвищення безпеки виробництва був проведений розрахунок системи вентиляції виробничого приміщення цеху, згідно розрахунків було обрано радіальний вентилятор марки ВЦП 3-40-5,0, продуктивність якого рівна 7500 м³/год . Також був розроблений план дій у разі пожежі.

7. Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 714,30 грн та 571,44 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3105,39 грн.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства /Л.Я. Ауэрман. – Учебник. 9-е изд., перераб. и доп. //Под общ. Ред. Л.И. Пучковой. – СПб: Профессия, 2012. – 416 с.
- 2 Болотов Н.А. Исследование возможности сокращения времени ферментации при приготовлении гречишного ферментированного солода / Н.А. Болотов, Д.Н. Болотов. //Материалы XXXVIII юбилейной отчетной научной конференции за 1999 год: В 2ч./ Воронеж, 2000 г. – ч.1 – с.55.
- 3 Болотов Н.А. Способ производства темного ферментированного солода из зерна гречки. /н.а. болотов, д.н. болотов. //материалы xxxix отчетной научной конференции за 2000 год: В 2ч./ Воронеж, 2011 г. – ч.1 – с.98.
- 4 Бушук В.В. Белки тритикале: химические и физические свойства / Гречка – первая зерновая культура, созданная человеком. //М.: Колос, 1982 г. – с.143 – 151.
- 5 Ганчук В.Д. Изменение активности амилаз при производстве ржаного солода / В.Д. Ганчук, Т.Ф. Толстолицкая, Н.А. Емельянова //«Пищевая промышленность», 2008 г. – №4 – с. 34 – 35.
- 6 Голикова Н.В. Совершенствование химико-технологического контроля производства солода и пива/ М.: АгроНИИТЭИПП, 2014 г. – 24 с.
- 7 ДСТУ 52061 - 2003. Солод сухой гречаний. Технічні умови.
- 8 Груздев Л.Г. Биохимическая характеристика и качество белков зерновки гречки в процессе созревания / Л.Г. Груздев, Э.А. Жебрак // Научные авторы НИИСХ ЦЧП 2002, – т.13. – В.1. – с. 115.
- 9 Гунькина Н.И. Оптимизация переработки ржи / Н.И. Гунькина, Е.Д. Фараджева //«Производство спирта и ликероналивочных изделий. №2 2002 г. – с. 16 – 17.
- 10 Апполонил Б.Л. Обзор данных о крахмале ржи // Рожь – первая зерновая культура, созданная человеком. – М.: Колос 1982 г. – с. 188 – 194.
- 11 Дробот В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной

промышленности / В.И. Дробот. // Киев: Урожай, 1998 г. – 152 с.

12 Емельянова Н.А. Производство ферментированного солода. / Н.А. Емельянова, В.Н. Кошечая, Н.Я. Гречко, В.Д. Гаукчук, Г.Ф. Толстолуцкая //«Пищевая промышленность» Киев: 2005, № 31 с. 55 – 57.

13 Еркинбаева Р.К. Исследование хлебопекарных свойств муки из зерна гречки // Р.К. Еркинбаева. – М.: 2005 г. – 50 с.

14 Еркинбаева Р.К. Мука из зерна гречки перспективное сырье /Р.К. Еркинбаева, И.Г. Туркина // Хлебопродукты – 2004 г. – №3 с. 22 – 24.

15 Еркинбаева Р.К. Влияние способов приготовления теста на качество хлеба из пшеничной муки и ее смесей с мукой из зерна тритикале / Еркинбаева Р.К., Ауэрман Л.Я., Яковлева Л.В., Фурса Н.В. – М.: 1982. – Вып. 3. – с. 6 – 7.

16 Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений /А.И. Ермаков В.В., Арасимович И.П., Яром; Под ред. А.И. Ермакова. // Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 2007. – 470 с.

17 Ермолаева Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. / Г.А. Ермолаева., Р.А. Колчева //М..ИРПО Изд.центр «Академия», 2000 г. – 416 с.

18 Жашко К.Т. Расширение зон сырьевых ресурсов для производства напитков из хлебных злаков / К.Т. Жашко, А.В. Сухоруков, И.Э. Тартковская, И.В. Селина, М.С. Созинова // Пиво и напитки, 1997, №1.

19 Жеребцов Н.А., Биохимия. Учебник для студентов ВУЗов. / Н.А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов // Воронеж: Изд-во ВГУ 2002 г. 696 с.

20 Жеребцов Н.А., Ферменты: их роль в технологии пищевых продуктов / Н.А. Жеребцов, О.С. Корнеева, Е.Д. Фараджева // Воронеж, Изд. ВГУ, 1999 г. – 118 с.

21 Казанская Л.Н. Микрофлора и чистые культуры для приготовления ржаных заквасок / Л.Н.Казанская, О.В. Афанасьева, Е.П. Александрова, Л.И. Кузнецова, Е.Н. Павловская, В.А. Патт //Хлебопекарная и кондитерская промышленность, 1981 г. №5. – с. 25 – 27.

22 Калунянц К.А. Химия солода и пива: Учеб, пособие для студентов вузов

по специальности «Технология бродильных производств и виноделия» //М.: Агропромиздат, 1990 г. – 176 с.

23 Калунянц К.А. Технология солода, пива и безалкогольных напитков / К.А. Калунянц, В.Л. Яровенко, В.А. Домарецкий, Р.А. Колчева // М.: Колос, 1992. – 446 с.

24 Казаков Е.Д. Основні відомості про зерно / Е.Д. Казаков. – М.: Зерновий форум, 2008. – 144 с.

25 Кайшев В.Г. Стан і перспективи розвитку виробництва пивоваренного ячменю і солоду / В.Г. Кайшев, А.М. Беліченко // Пиво і напої. – 2003. – № 1. – С. 6 – 9.

26 Кисельов В.Є. Гречка як джерело флавоноїдів / В.Є. Кисельов, В.Н. Коваленко, В. Г. Мінаєва. – Київ: Наука, 2005. – 185 с.

27 Коротких Е.А. Антиоксидантна активність солодів, порошкоподібного полісолодових екстракту і квасу на його основі / Е.А. Коротких, С.В. Востріков, І.В. Новікова // Пиво і напої. – 2011. – № 3. – С. 48 – 49.

28 Коротких Е.А. Оптимізація умов солодоращення гречки / Е.А.Коротких, С.В. Востріков // Пиво і напої. – 2011. – № 5. – С. 16 – 17.

29 Коротких Е.А. Отримання гречаного солоду для виробництва солодових екстрактів / Е.А. Коротких, С.В. Востріков // Пиво і напої. – 2012. – № 6. – С. 36 – 37.

30 Косминский Г.И. Розробка технології пива з використанням гречки / Г.И. Косминский, Е.М. Моргунова, Н.В. Лисенко // Харчова технологія. – 20014. – № 4. – С. 37 – 39.

31 Крефт І. Розробка функціонально нових продуктів харчування на основі гречки звичайної і татарської / І. Крефт, К. Ікеда, С. Ікеда, Б. Бомбергар // Вісник ОрелГАУ. Актуальні питання вирощування та переробки гречки. – 2010. – № 4 (25). – С. 15 – 17.

32 Косминский Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков: Лабораторный практикум по технохимическому контролю производства / Учебное пособие для студ. Вузов // Минск, Дизайн ПРО, 1998 г. – 352 с.

33. Косминский Г.И. Влияние температурных режимов сушки тритикалевого солода на активность гидролитических ферментов / Г.И. Косминский, Е.М. Моргунова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002 г. – №5 – 6. – с. 17–18.

34. Косминский Г.И. Исследование процесса замачивания зерна ржи при получении из него пивоваренного солода / Г.И. Косминский, Е.М. Моргунова, М.А. Хотомцева // Изв.вузов «Пищевая технология» №4 1998 г. с. 56 – 57

35. Кретович В.Л. Биохимия зерна и хлеба /В.Л. Кретович //М.: Наука, 1991 г. –136 с.

36. Кунце В.П. Технология солода и пива //В. Кунце, Г. Мит, пер. с нем. // СПб., Изд-во «Профессия», 2003. – 912 с.

37. Кучумова Л.П. Особенности фракционного состава белка ржи и электрофоретических спектров растворимых фракций //Л.П. Кучумова, Р.Г. Пархоменко, Е.Н. Бречко // Рожь и ее особенности. – Воронеж, 1982.-т.13. – №1. –с.123 – 129.

38. Лебедева Н.П. Особенности белкового комплекса зерна пшенично-ржаных амфидиплоидов // Вестник с.х. науки. – 1985. – №1 – с. 6 – 9.

39. Леонтьева Н.А. Технологические аспекты переработки нетрадиционных видов сырья. / Н.А. Леонтьева, С.В. Алексеев, Н.П. Котова // Материалы 3~ международного симпозиума новые нетрадиционные растения и перспективы их практического использования. – Пущино, 1999 г. – Т1. – 89 с.

40. Матвеева И.В. Учебное пособие по контролю за качеством хлебобулочных и макаронных изделий / И.В. Матвеева, С.Е. Траубенберг // М.: Издат. комплекс МГУ, 1999. – 75 с.

41. Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Г.В. Меледина //СПб.: Профессия, – 2003 г, – 304 с.

42. Новое в производстве солода из нетрадиционного сырья. Обзорная информация Серия 22. Н.В. Голиков, К.В. Кобелев, АГроНИИТЭИПП, вып. № 3, 1991 г.

43. Окиунг К.Ч. Липиды ржи /К.Ч. Окиунг, Х.К. Цен // Рожь – первая

зерновая культура, созданная человеком – М.: Колос, 1982 г. – с. 195 – 203.

44. Пащенко Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий. – М.: Колос, 2002. – 368 с.

45. Пащенко Л.П. Использование неферментированного ржаного солода для производства хлеба. /Л.П. Пащенко, И.М. Тареева, Л.Ю. Пашенко, Н.А. Болотов, Д.Н. Болотов. // Материалы III Международной научно- производственной конференции «интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений» 14 – 19 июня 2002 г., С 123 – 124 с.

46. Пащенко Л.П. Новая технология приготовления хлебобулочных изделий из муки тритикале Тальва 100 /Л.П. Пащенко, С.В. Гончаров, Е.А. Назинцева // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 1996 г. – № 6 – с. 79 – 81.

47. Пащенко Л.П., Применение ржаной муки и солода в технологии хлеба /Л.П. Пащенко, И.А. Никитин, Д.Н. Болотов, Л.В. Любарь // Хранение и переработка сельхоз. сырья № 9, 2003г., 74 – 76 с.

48. Полыгалина Г.В. Определение активности ферментов /Г.В. Полыгалина В.С. Чередниченко, Л.В. Римарева // Справочник – М.: ДеЛипринт, – 2003 г. – 375 с.

49. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. //М.: Брандес; Медицина, 1998 г. – 340 с.

50. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. – М.: 1989 г. – 496 с.

51. Совершенствование производства ржаного солода, концентрата квасного сусла и кваса – М.: ЦНИИТЭИ Пищепром. Пищевая промышленность. Обзорная информация. Пиво-безалкогольная промышленность, 1983 г., Вып. 3. – 27с.

52. Совершенствование технологии производства ржаного солода / Обзор. Инф. //Мл АгроНИИТЭИПП – 1997 г. – 32 с.

53. Толстолуцкая Т.Ф. Температура сушки и азотистый состав ржаного солода / Т.Ф. Толстолуцкая, Н.А. Емельянова //Пищевая промышленность. – 1990

г. – №10. – с. 60 – 61.

54. Толстолицкая Т.Ф. Ароматические вещества ржаного ферментированного солода / Т.Ф. Толстолицкая, Гречко И.Я., Емельянова Н.А., Суходол В.Ф. // Известия вузов. Пищевая технология. – 1991 г. – №1 – 3. – с. 61 – 63.

55. Толстолицкая Т.Ф. Сахара ржаного солода / Т.Ф. Толстолицкая, Н.А. Емельянова, // «Фермент, и спирт, пром-сть» – 1987г. – №3 – с. 15 – 18.

56. Толстолицкая Т.Ф. Качественные показатели ржаного солода. / Т.Ф. Толстолицкая, В.Д. Ганчук, Н.А. Емельянова // «Известия вузов, Пищ.технол.», 1986 г. – №2 – с.73 – 76 .

57. Толстолицкая Т.Ф. Красящие вещества ржаного ферментированного солода / Т.Ф. Толстолицкая, Н.Я. Гречко, Н.А. Емельянова // Изв.вузов. Пищ.технол. – 1991 г., №1 – 3, – с.63 – 64.

58. Фараджева Е.Д. Прогрессивные методы интенсификации технологических процессов солода / Е.Д. Фараджева, В.А. Федоров // Учебн.пособие, Воронеж.гос.технолог.акад. Воронеж, 2001 г. – 88 с.

59. Фараджева Е.Д., Использование ржаного солода для получения светлого сорта пива / Е.Д.Фараджева, Н.А. Болотов, А.Е. Чусова //Вести. Рос. акад. с.-х. наук. – 1994 г. – №» 6. – с. 67 – 68.

60. Фараджева Е.Д. Совершенствование технологии квасоваренного солода / Е.Д. Фараджева, Д.Н. Болотов // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых г. Москва-Пушино. май 2004 г. ч. 1 .с.98.

61. Фараджева Е.Д. Комплексное использование новой зерновой культуры тритикале в пивоварении /Е.Д. Фараджева, А.Е. Чусова, Н.А. Болотов, Д.Н. Болотов. Научно-технический прогресс в бродильных производствах. //Тезисы докладов Международной научно-практической конференции 29 – 31 мая 1997 года. г. Воронеж. – 1997 г. – с. – 35.

62. Хорунжина С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива / С.И. Хорунжина //М.: Колос, 1999 г. – 312 с.

63. Закон України "Про охорону праці" (3428).
64. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять (34095).
65. ДНАОП 0.00-4.09-93. Типове положення про безпечне виконання робіт на переробних підприємствах. (43329)/
66. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
67. СН 245-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств.
68. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні (32549).

Додатки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Обґрунтування виробництва гречаного солоду

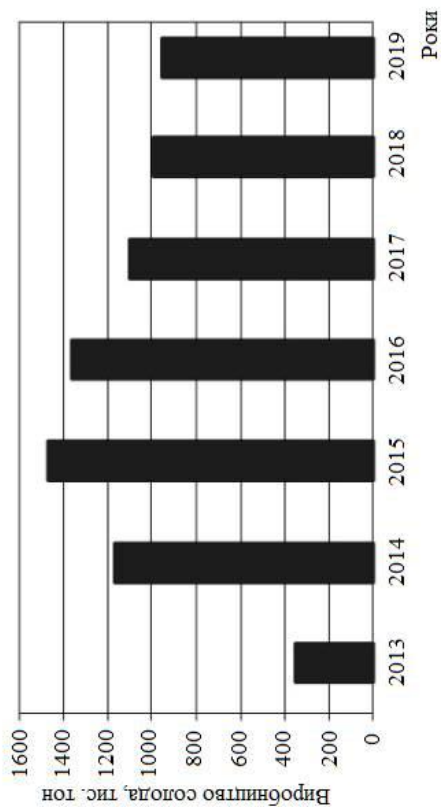
Виконавець: ст. гр. МГХТ-1-19 Євдокімов П.В.

Керівник: доцент Кошулько В.С.

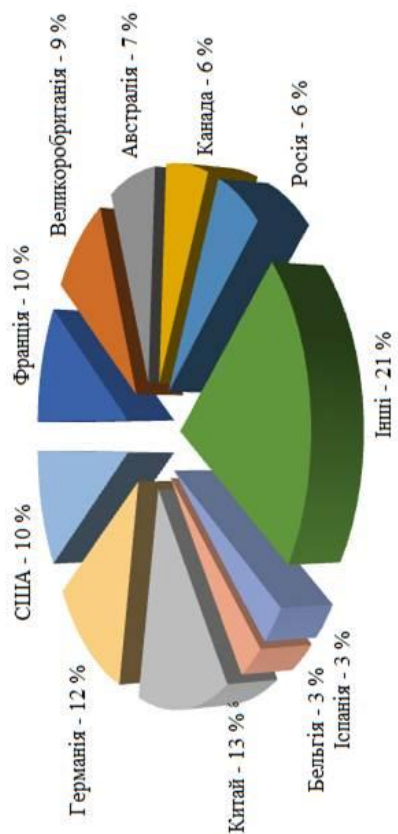
Дніпро – 2020

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

2

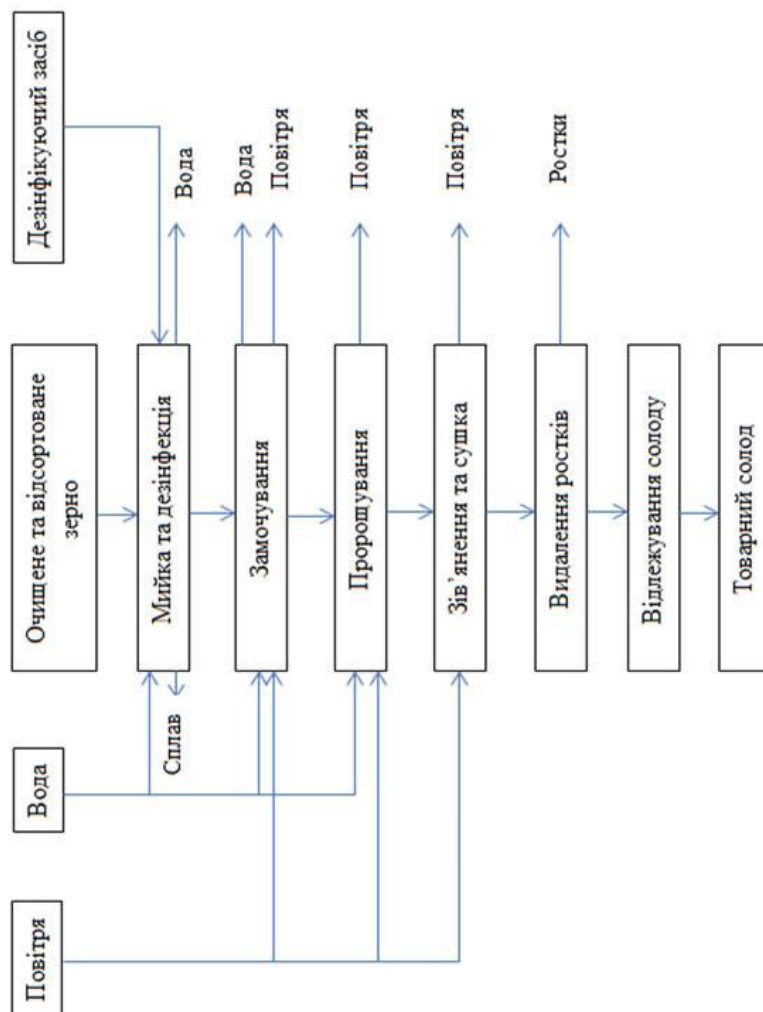


Виробництво солону в Україні (тис. тон)



Найбільші країни-виробники солону

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ



Загальна схема виробництва солоду

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

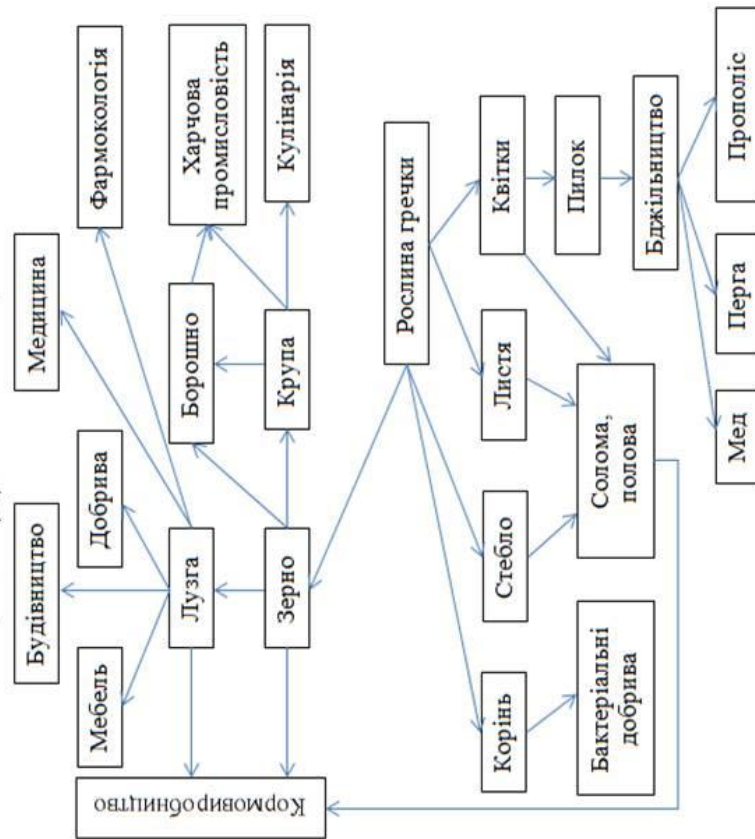
Хімічний склад різних частин зерна гречки у % на СР

Зерно і його частини	Білкові речовини	Крохмаль	Цукри	Клітковина	Ліпіди	Зольність
Зерно	8 – 16	50,0 – 70,0	0,4 – 0,8	10,0 – 17,0	1,8 – 3,7	2,0 – 2,5
Ядро з зародком	13,5 – 15,0	67,0 – 80,0	0,3 – 0,5	1,5 – 1,8	2,2 – 4,6	2,3 – 2,4
Зародок	40,0 – 49,5	18,0 – 20,0	1,8 – 3,4	3,5 – 4,0	10 – 24	7,0 – 10,0
Плодова оболонка	3,0 – 5,0	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	62,0 – 85,0	0,5 – 1,3	1,8 – 2,5

Співвідношення частин зерна гречки і злакових культур, %

Частини зерна	Зернопродукти	
	Гречка	Ячмінь
Плодова або полова оболонка (плівчатість)	17 – 25	3,5 – 4,0
Насіннєва оболонка	1,5 – 2,0	2,0 – 2,5
Алейроновий шар	4,0 – 5,0	12,0 – 14,0
Ендосперм	55,0 – 65,0	63,0 – 69,0
Зародок	10,0 – 15,0	2,5 – 3,0
		Жито
		5,0 – 7,0
		1,9 – 6,0
		11,0 – 12,0
		73,0 – 77,0
		3,5 – 3,7

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ



Безвідходна технологія переробки гречки

МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

6

Мета роботи: науково-практичне обґрунтування і розробка технології виробництва гречаного солоду.

Задачі досліджень:

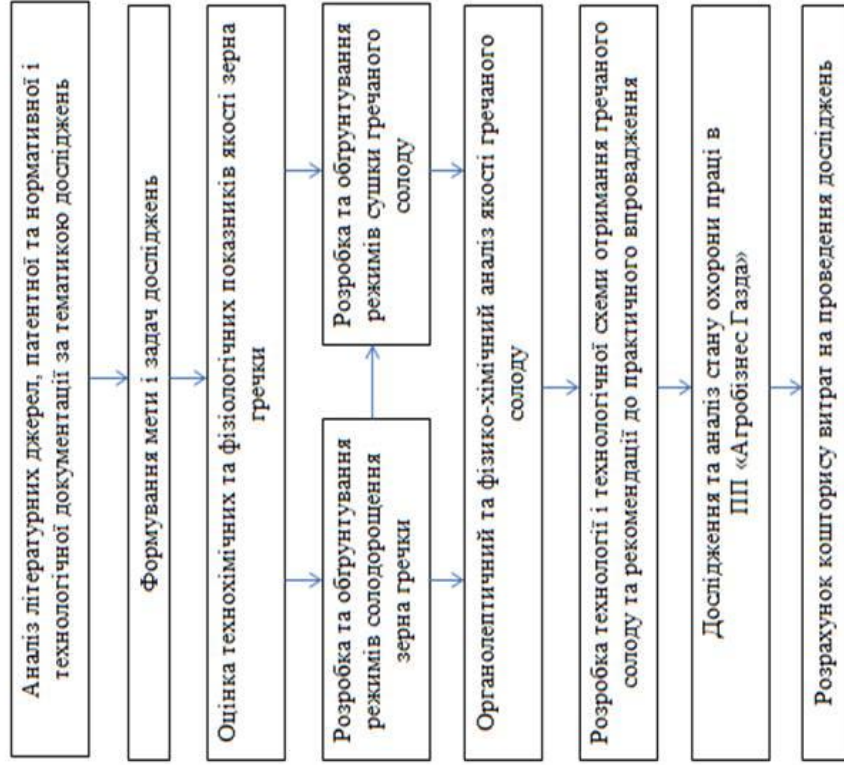
- ✓ дослідити технохімічні і фізіологічні показники зерна гречки різних сортів (вміст білка і крохмалю, а також рутину, енергію і здатність проростання в різні періоди року, ступінь водочутливості);
- ✓ визначити оптимальні режими сушіння гречаного солоду;
- ✓ дослідити органолептичні і фізико-хімічні показники гречаного солоду;
- ✓ розробити технологію і технологічну схему отримання гречаного солоду;
- ✓ дослідження стану охорони праці в ПП «Агробізнес Газда»;
- ✓ провести розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

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

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу солодоращення з якісними показниками кінцевого продукту.

СТРУКТУРНА СХЕМА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

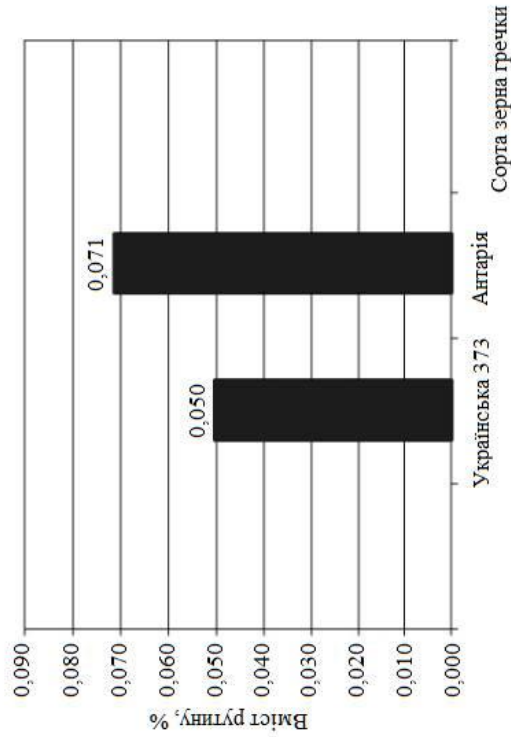
7



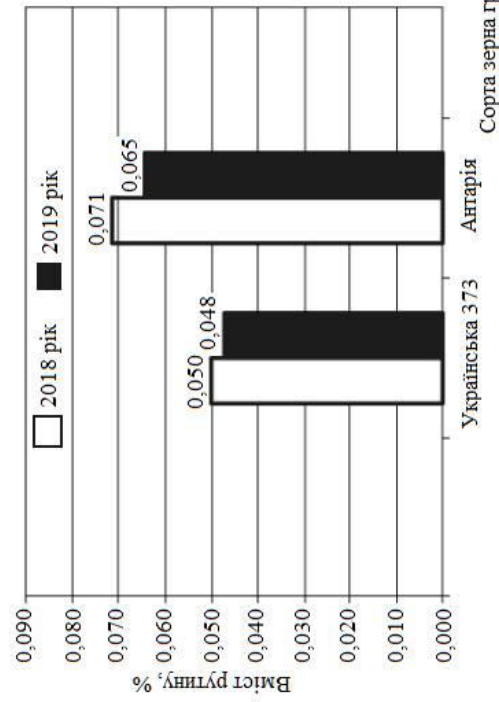
ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Вміст білка, крохмалю і вологи в зерні гречки врожаю 2018 і 2019 рр.

Сорт гречки	Білок, % на СР		Крохмаль, % на СР		Волога, %	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Українка 373	12,5 ± 0,1	11,2 ± 0,2	61,5 ± 0,4	63,6 ± 0,1	11,5 ± 0,2	10,0 ± 0,1
Антарія	14,2 ± 0,2	13,1 ± 0,2	56,8 ± 0,4	52,3 ± 0,2	10,7 ± 0,2	9,3 ± 0,2

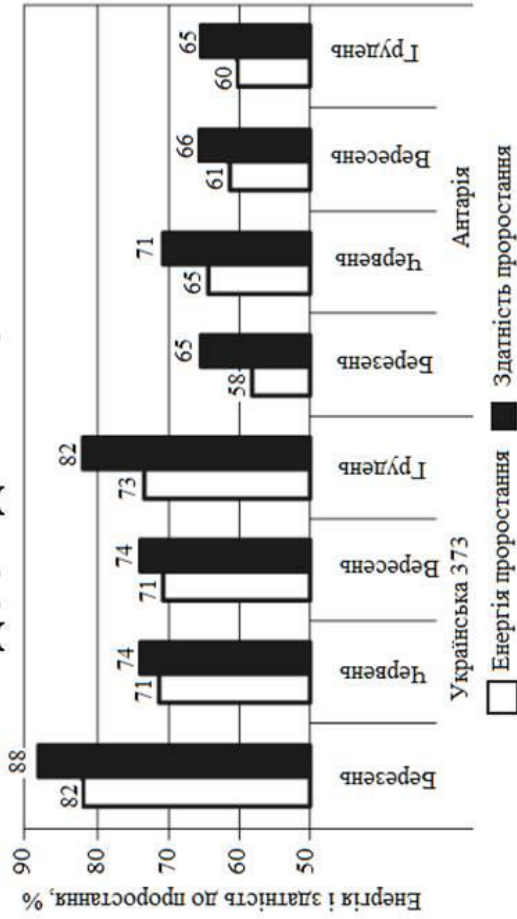


Вміст рутину в зерні гречки урожаю 2018 року



Зміна вмісту рутину в сортах гречки в процесі зберігання протягом двох років

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

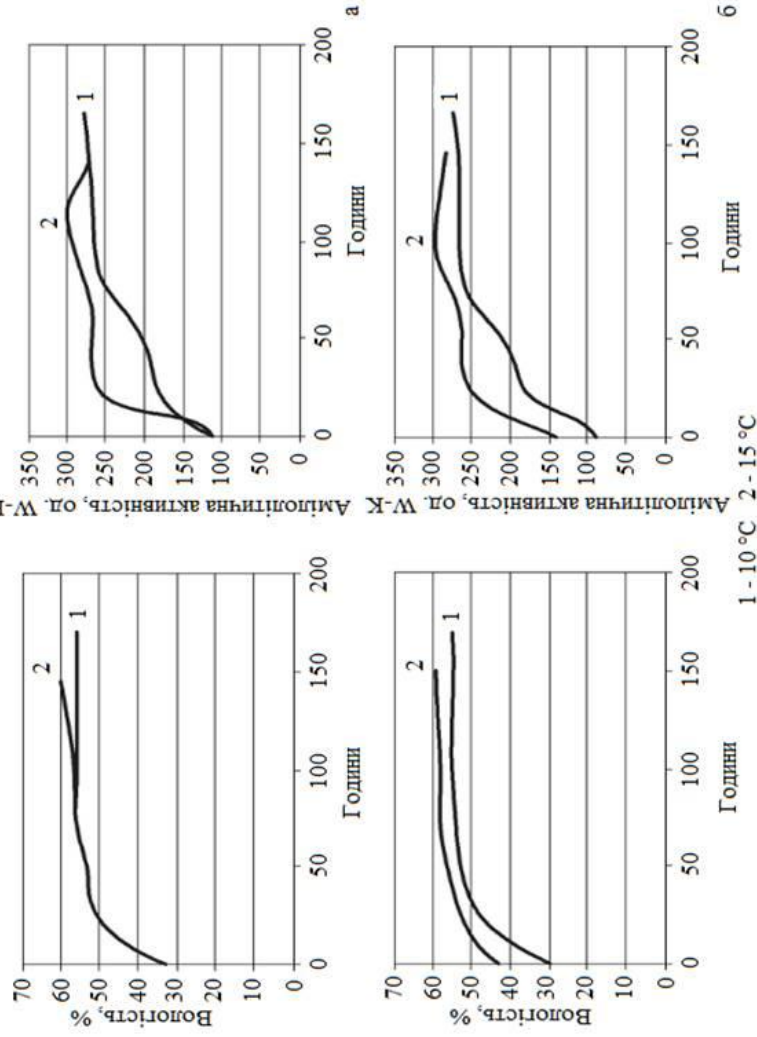


Енергія і здатність проростання зерна гречки сортів Українка 373 і Антарія протягом року

Водочутливість зерна гречки сортів Українка 373 і Антарія

Сорт	Число пророслих зерен, %		Ступінь водочутливості, %
	4 мл води	8 мл води	
Українка 373	99,4 ± 0,2	78,0 ± 0,3	21,3 ± 0,3
Антарія	95,0 ± 0,4	79,0 ± 0,3	16,8 ± 0,1

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА



Зміна вологості і амілолітичної активності (на СР) у зерна гречки Українка 373 в процесі солодоращення при 10 °С і 15 °С

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

11

Амілолітична активність і вологість сухого солоду сортів гречки Антарія і Українка 373, отримані при різних режимах сушки

Температурний режим	Сорт гречки	Тривалість сушки, год.	Амілолітична активність, од. <i>W-K</i>	Різниця амілолітичної активності свіжо пророщеного і сухого солоду, %	Різниця амілолітичної активності сортів Українка 373 і Антарія, %	Вологість, %
60 °С при 0,4 м/с	Антарій	18	232	14	5	4,0
	Українка 373		245	18		4,0
50 °С при 0,8 м/с	Антарій	14	245	13	5	4,0
	Українка 373		258	15		4,9
50=> 60 °С при 0,8 м/с	Антарій	12	257	10	1	4,0
	Українка 373		260	17		4,5

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Фізико-хімічні показники ячмінного і гречаного солодів

Показник	Норма для ячмінного солоду [28, 62]	Значення		
		Гречаний солод [14]	Гречаний солод Українка 373	Гречаний солод Антарія
1	2	3	4	5
Вологість, %	4,5 – 5,0	7,8	7,8	11,0
Екстрактивність, % на СР	79,0 – 82,0	61,9	23,7	17,5
Екстрактивність, % на СР, екстракція	не нормується	-	71,8	80,0
Білок, % на СР	не більше 11,5	12,2	12,8	16,3
Число Кольбаха, %	39,0 – 41,0	28,0	28,9	24,8
Вільний аміний азот, мг/100 г	120,0 – 160,0	88,0	96,0	-
Крохмаль, %	60,0 – 65,0	-	60,5	51,8
Амілолітична активність, од. <i>И-К</i>	240 – 260	72	265	240

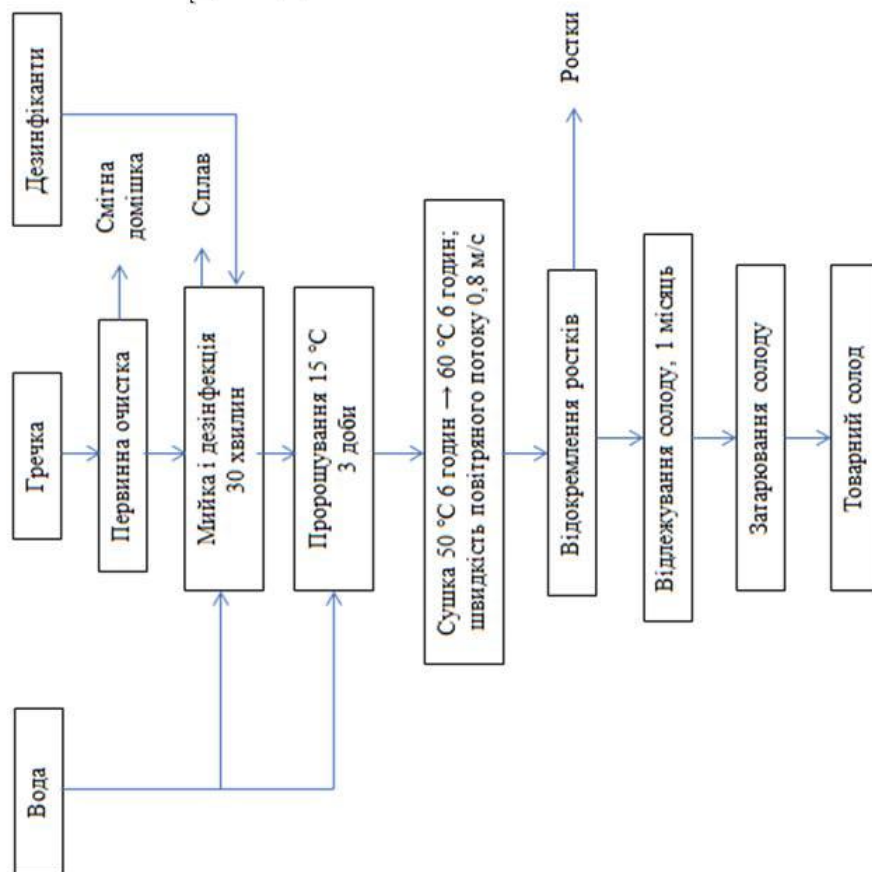
ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Показники безпеки солоду із зерна гречки сортів Українка 373 і Антарія

Показники	Нормативне значення	Фактичне значення	
		Українка 373	Антарія
Токсичні елементи, мг/кг	Не більше		
Свинець	0,5	0,031	0,033
Міш'як	0,2	Не виявлено	Не виявлено
Кадмій	0,1	0,018	0,019
Ртуть	0,03	Не виявлено	Не виявлено
Мікотоксини, мг/кг	Не більше		
Афлатоксин В1	0,005	Не виявлено	Не виявлено
Т-2 токсин	0,1	Не виявлено	Не виявлено
Радіонукліди, Бк/кг	Не більше		
Цезій-137	60	Не виявлено	Не виявлено
Забрудненість і зараженість шкідниками хлібних злаків (комахи, кліщі)	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено

ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

14

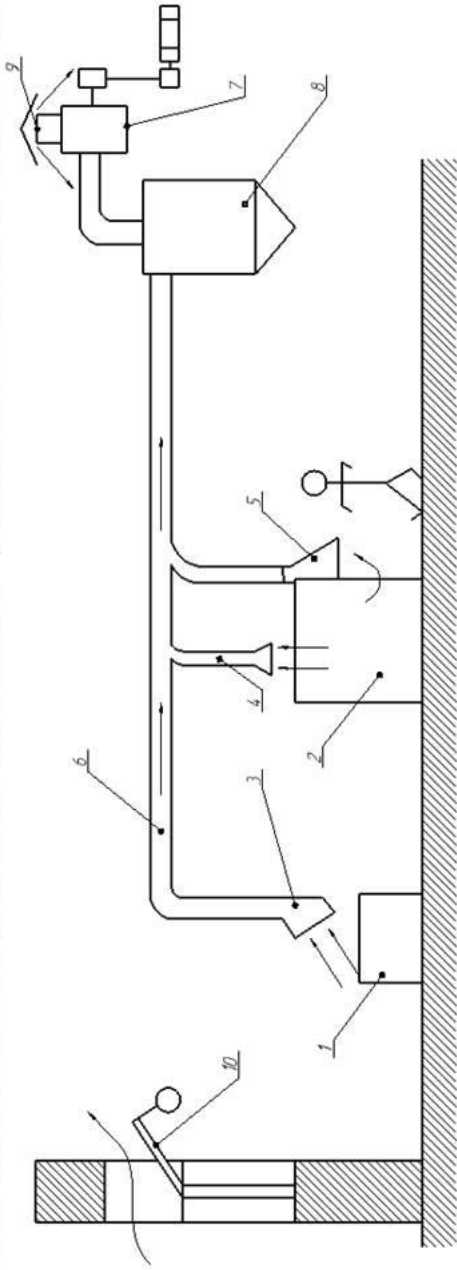


Технологічна схема приготування гречаного солоду

Технологічна схема включає: зрошувальний спосіб пророщування при 15 ° С протягом 3-х діб при вологості зерна 56 – 58 %, двоступеневу сушку солоду протягом 12 год. При використанні даної технології частка втраг сухих речовин солоду не перевищує 3 %, що істотно нижче, ніж при інших технологіях.

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ З ПОЛПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ

15



Система вентиляції виробничого приміщення цеху з виробництва солону

1, 2 – джерело шкідливих речовин; 3, 4, 5 – відсоси забруднень; 6 – повітропровід; 7 – вентилятор; 8 – циклон;
9 – папубок викиду забруднень; 10 – подача чистого повітря.

Технічна характеристика вентилятора ВЦП 3-40-5,0

Марка	Тип	Двигун		Частота обертання робочого колеса, хв ⁻¹	Параметри в робочій зоні		
		Потужність, кВт	Частота обертання вала, хв ⁻¹		Продуктивність, тис.м ³ /год	Тиск, Па	Маса, кг
ВЦП 3-40-5,0	АИР160S2	9,0	1200	1800	1,3 – 8,0	1300	270

КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

16

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	360,00
Заробітна плата	714,30
Нарахування на заробітну плату	157,15
Електроенергія	431,83
Амортизація	154,04
Накладні витрати	571,44
Всього	2388,76

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 714,30 грн та 571,44 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3105,39 грн.

1. Досліджено основні техніхімічні і фізіологічні показники зерна гречки сортів Антарія і Українка 373. Встановлено, що вміст білкових речовин становить 11 – 14 %, крохмалю – 52 – 71 %. Вміст рутину в зерні було 0,04 – 0,08 %. Зниження рівня рутину в процесі зберігання зерна гречки протягом двох років не перевищувало 9 %.
2. Визначено оптимальні умови солодорошення зерна гречки. Характерними особливостями солодорошення були: зрошувальний спосіб пророщування, відсутність стадії замочування, як окремої технологічної операції, вологість пророщувані зерна 56 – 58 %, температура пророщування 15 °С, тривалість – 3 доби.
3. Обґрунтовано та розроблено оптимальний режим сушіння гречаного солоду. Вперше досліджено вплив швидкості повітряного потоку на ефективність процесу сушіння. Особливістю технології з'явилася двоступенева сушка солоду: 50 °С (6 год) і 60 °С (6 год) при швидкості повітряного потоку 0,8 м/с.
4. Проведено аналіз готового гречаного солоду за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Готовий солод характеризувався високим рівнем амілолітичної активності (240 – 260 од. W-K), задовільним вмістом крохмалю (60 %) і вільного амінного азоту (96 мг/100 мл), оптимальним значенням рН (5,9). З цих та інших показників він перевершував зразки, отримані різними авторами за іншими технологіями. Якість солоду із зерна гречки з низьким вмістом білка (сорт Українка 373) було вище, ніж із зерна з більш високим (сорт Антарія). Вміст глютену в гречаному солоді був менше 5 мг/кг, що дозволяє вважати його безглютеновою сировиною і використовувати при виробництві продуктів харчування для хворих на целіакію.
5. Розроблено технологію гречаного солоду, технологічна схема включає: зрошувальний спосіб пророщування при 15 °С протягом 3-х діб при вологості зерна 56 – 58 %, двоступеневу сушку солоду протягом 12 год. При використанні даної технології частка втрат сухих речовин солоду не перевищує 3 %, що істотно нижче, ніж при інших технологіях.
6. Досліджено стан охорони праці та обов'язки відповідальних осіб з охорони праці на підприємстві, проаналізовано стан охорони праці в цеху з виробництва солоду. У частині інженерних розрахунків для покращення умов праці та підвищення безпечності виробництва був проведений розрахунок системи вентиляції виробничого приміщення цеху, згідно розрахунків було обрано радіальний вентилятор марки ВЦП 3-40-5,0, продуктивність якого рівна 7500 м³/год. Також був розроблений план дій у разі пожежі.
7. Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 714,30 грн та 571,44 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3105,39 грн.