

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Обґрунтування процесу виробництва солоду із
застосуванням біокаталізаторів**

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

_____ Андрій ОЛІЙНИК

Керівник: _____ Олена КОВАЛЬОВА

Рецензент: _____ Станіслав МИРОШНИЧЕНКО

Дніпро 2022

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«18» жовтня 2022 р.

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

Олійнику Андрію Анатолійовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування процесу виробництва солоду із застосуванням біокатализаторів».

Керівник роботи: Ковальова Олена Сергіївна, кандидатка технічних наук, затвердені наказом закладу вищої освіти від «18» жовтня 2022 року № 3009.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 06 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва ячмінного солоду із застосування препаратів для покращення його якості. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Літературний огляд. 2 Матеріали та методи дослідження. 3 Результати досліджень та їх обговорення. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Літературний огляд. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Результати досліджень. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	доцентка КОВАЛЬОВА Олена	18.10.2022	06.12.2022
4	доцент ДЕРКАЧ Олексій	18.10.2022	06.12.2022
5	доцентка ПАВЛЕНКО Олена	18.10.2022	06.12.2022

7. Дата видачі завдання 18 жовтня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	18.10-19.10.22	виконано
2	Літературний огляд	20.10-27.10.22	виконано
3	Матеріали та методи дослідження	28.10-07.11.22	виконано
4	Результати досліджень та їх обговорення	08.11-21.11.22	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	23.11-27.11.22	виконано
6	Організаційно-економічна частина	28.11-30.11.22	виконано
7	Загальні висновки та список джерел посилання	01.12-02.12.22	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	05.12.2022	виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Андрій ОЛІЙНИК
(підпис)

Керівник роботи

_____ Олена КОВАЛЬОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи, виконана згідно всіх вимог до кваліфікаційних робіт і містить: 76 сторінок друкованого тексту, 12 рисунків та ілюстрацій, 14 таблиць та використано 52 літературних джерела.

Метою кваліфікаційної роботи є – обґрунтування технології виробництва темного солоду із застосуванням біокатализаторів.

Об'єкт дослідження – зерно ячменю сорту Шкарлет, що має потенціал до виробництва темного солоду та біокатализатори різних виробників.

Предмет дослідження – взаємозв'язок показників якості зерна ячменю та показників біокатализаторів (їх сумішей) з показниками якості отриманого солоду.

Вироблення спеціальних сортів солоду вимагає новітнього обладнання, дотримання технології та вимог до сировини, що можливе в умовах великого сучасного виробництва, але для солодовень з меншим обсягом солоду, що випускається, введення нової технології виробництва веде підвищенню собівартості кінцевого продукту внаслідок додаткових витрат на виробництво солоду.

Ключові слова: ЗЕРНО, ЯЧМІНЬ, СОЛОД, БІОКАТАЛІЗАТОРИ, СОЛОДОВНЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, ЗАМОЧУВАННЯ, ПРОРОСТАННЯ, СУШІННЯ, АКТИВНІСТЬ, ПРОЦЕС.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Процеси, що протікають при солодощенні	9
1.1.1 Замочування зерна	9
1.1.2 Процес пророщування зерна	11
1.1.3 Чинники, що впливають на пророщування зерна	13
1.2 Процеси, що протікають при сушінні солоду	16
1.3 Типи солоду	19
1.4 Вдосконалення способів одержання темного солоду	25
Висновки до розділу	27
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	28
2.1 Матеріали дослідження	28
2.1.1 Дослідження ячменю з його придатності для виробництва темного солоду	28
2.1.2 Режими отримання темного солоду	29
2.1.3 Ферментні препарати, що застосовуються при проведенні досліджень	30
2.2 Методи дослідження	30
2.2.1 Визначення вологості	30
2.2.2 Визначення енергії та здатності проростання	31
2.2.3 Визначення вмісту азотистих речовин	31
2.2.4 Визначення вмісту редукуючих речовин	31
2.2.5 Визначення ферментативної активності свіжопророслого та готового солоду	31
2.2.6 Визначення активності амілолітичних та протеолітичних ферментів	31
2.2.7 Визначення екстрактивності солоду	32
Висновки до розділу	32
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	33

3.1 Вивчення впливу біокатализаторів на показники свіжопророслого солоду	33
3.2 Вивчення впливу температурного режиму пророщування на показники готового солоду, отриманого із застосуванням біокатализаторів	35
3.3 Дослідження доцільності застосування МЕК при пророщені солоду	37
3.4 Визначення впливу МЕК на процес пророщування солоду	38
3.5 Дослідження зміни кількості редукуючих речовин та амінокислот у процесі сушіння темного солоду	44
3.7 Визначення ефективного режиму солодоріння та сушіння	48
Висновки до розділу	54
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
4.1 Організація охорони праці в ТОВ «Горизонт»	56
4.2 Аналіз стану охорони праці в ТОВ «Горизонт»	56
4.3 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань	59
4.4 Розрахунок системи заземлення технологічного обладнання цеху	60
Висновки до розділу	64
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	65
5.1 Організація проведення експериментального дослідження	65
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	66
5.3 Розрахунок кінцевої вартості досліджень	69
Висновки до розділу	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	70
БІБЛІОГРАФІЯ	72

ВСТУП

Для виробництва якісного солоду необхідний ячмінь, який за своїми якісними показниками задовольняє вимоги ДСТУ, проте більша частина ячменю виробленого в Україні не відповідає стандартам для виробництва напоїв .

Нині близько 70 % ячменю, споживаного підприємствами з виробництва напоїв, імпортується із Європи [1]. Тому підприємства змушені займатися організацією вирощування пивоварного ячменю елітних сортів, затребуваних галуззю виробництва напоїв.

Вироблення спеціальних сортів солоду вимагає новітнього обладнання, дотримання технології та вимог до сировини, що можливе в умовах великого сучасного виробництва, але для солодовень з меншим обсягом солоду, що випускається, введення нової технології виробництва веде підвищенню собівартості кінцевого продукту внаслідок додаткових витрат на виробництво солоду.

Слід зазначити, що в довгостроковій перспективі в більш вигідному становищі виявляться підприємства-лідери галузі, які зможуть зміцнити свої позиції за рахунок витіснення з ринку дрібніших виробників, які поступово втрачають свою конкурентоспроможність через умови доступу до джерел дешевої сировини. Вже зараз, за даними Бізнес Аналітики, вісім компаній контролюють 87 % ринку. За останні п'ять років частка середніх та невеликих пивоварних підприємств знизилася в загальному обсязі у 2 рази, а найближчими роками, на думку експертів, на ринку залишиться не більше п'яти національних компаній [1].

Тому інновації в галузі виробництва солоду скоріше необхідні підприємствам середнього рівня для того, щоб утриматися на ринку та мати прибуток від свого виробництва.

Для отримання спеціального солоду, у тому числі і темного, необхідно досягти хорошого розчинення ендосперму зерна, чого за класичною технологією можна досягти, вводячи зміни до технологічного режиму його виробництва. Однак, на ступінь розчинення можна вплинути, зокрема застосуванням біокаталізаторів.

Останнім часом отримало міжнародне визнання такий перспективний напрямок інтенсифікації харчових виробництв, як використання високоактивних біологічних каталізаторів, що сприяють суттєвому збільшенню виходу, поліпшенню якості та продовженню термінів зберігання готової продукції в спиртовій, пивоварній та інших харчових галузях АПК [20].

Метою кваліфікаційної роботи є – обґрунтування технології виробництва темного солоду із застосуванням біокаталізаторів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- вивчити можливість одержання темного солоду з використанням існуючого обладнання;
- застосувати у виробництві солоду біокаталізатори;
- вивчити якість темного солоду, отриманого із застосуванням біокаталізаторів;
- виявити умови, що впливають на утворення барвників солоду;
- дослідити показники якості отриманого солоду із застосуванням МЕК;
- вивчити організацію та стан охорони праці в ТОВ «Горизонт»;
- виконати розрахунок загальної вартості експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – зерно ячменю сорту Шкарлет, що має потенціал до виробництва темного солоду та біокаталізатори різних виробників.

Предмет дослідження – взаємозв'язок показників якості зерна ячменю та показників біокаталізаторів (їх сумішей) з показниками якості отриманого солоду.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Процеси, що протікають при солодощенні

Процес приготування солоду, як відомо, включає три етапи: замочування зерна, його пророщування та сушіння. Змінюючи умови даних етапів, можна отримати солод різних типів.

1.1.1 Замочування зерна

Вода при замочуванні [31] проникає в зерно переважно через мікрокапілярні отвори зародка. Частина води проникає всередину через плодову оболонку по всій поверхні.

Швидке поглинання води в початковий період замочування пояснюється вільним проникненням води в порожнечі, що знаходяться під плодовою оболонкою. Наступна насіннева оболонка пропускає лише молекули води та затримує речовини, розчинені в ній.

При замочуванні хімічні зміни зерна незначні. Частина речовин оболонок зерна розчиняється, знижується кількість вуглеводів. У воду переходить невелика кількість цукрів, пентозанів, азотистих та мінеральних речовин. Втрати на вилуговування у зерні становлять близько 1 % маси сухих речовин зерна [2].

На швидкість замочування ячменю помітний вплив має його хімічний склад [1]. Через наявність у зародку значної кількості білкових речовин, що мають високу здатність набухання, вода швидко поглинається всією масою зародка. Ендосперм, який містить основну масу крохмалю, набухає повільно, отже, його тканини поглинають воду меншою мірою [31].

З поглинанням води [40] починає споживатись накопичений у зародку запас сахарози ще до того, як відповідні ферменти надійдуть в ендосперм для постачання зародка продуктами гідролізу біополімерів. Тому на перших етапах зростання зародка споживання сахарози є одним із визначальних у цьому процесі.

Для нормального ведення процесу замочування зерна необхідно своєчасно

видаляти діоксид вуглецю, спирти, органічні кислоти та інші продукти дихання, які гальмують пробудження та зростання зародка зерна, а також необхідно постачати зерно киснем значною мірою, оскільки найважливіші гідролітичні ферменти, що утворюються тільки за наявності достатньої кількості кисню. Тому відношення кисню до вуглекислоти під час замочування та перших днів пророщування має бути на користь кисню, який підводять у великих кількостях [16].

Різні умови замочування та пророщування наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Режими замочування та пророщування солоду

Тип солоду	Умови					
	замочування			пророщування		
	Вологість, %	Тривалість, год	Темпера- тура, °С	Вологість, %	Тривалість, добу	Темпера- тура, °С
Світлий	43 – 44	30 – 40	13 – 15	44 – 45	5 – 7	11 – 13
Темний	44 – 45	30 – 40	11 – 13	47 – 48	4 – 5	18 – 20
Карамельний	45 – 47	30 – 40	12 – 14	46 – 47	4 – 5	16 – 19

Як видно з табл. 1.1, температура замочування коливається від 11 до 15 °С, і це обумовлено тим, що цей режим відповідає оптимальним умовам для проведення процесу, оскільки при температурі води нижче 10 °С гальмується розвиток зерна, а при температурі вище 15 °С посилюється життєдіяльність шкідливих мікроорганізмів, що знаходяться на зернах, і знижується розчинність кисню, необхідного для зростання зародка [22].

Сучасна технологія замочування передбачає такі способи замочування зерна: повітряно-водяне, у безперервному потоці води та повітря, зрошувальна, повітряно-зрошувальна, з тривалими водяними паузами, перезамочування (табл. 1.2).

Встановлено, що повітряно-зрошувальний спосіб є найбільш оптимальним для накопичення протеолітичних ферментів, а також що низька температура замочуваної води затримує накопичення активності протеолітичних ферментів.

Таблиця 1.2 – Способи замочування

Спосіб замочування	Сутність способу	Тривалість замочування, год.	Очікуваний ефект
Повітряно-водяне	Поперемінне знаходження зерна під водою (6год) та без води (4год)	48 – 72 год до $w=43 - 47 \%$	Рівномірне розчинення зерна за 7 – 8 діб
Безперервне в потоці води та повітря	Через барботер подають до зерна воду, насичену O_2	36 – 70 год	Скорочення пророщування до 6 діб замість 7 – 8 діб
Зрошувальна	Замочування зерна та подальше його зрошення через сегнетове колесо	6-8ч під водою та подальше зрошення	Одержання добре розчиненого солоду
Повітряно-зрошувальна	Зрошення ячменю в солодоростильних ящиках через 4 – 5 год	35 – 45 год	Скорочення пророщування на 1,5 – 2 діб
З тривалими повітряними паузами	Замочування 6 год під водою та 6 год без води	36 – 54 год	Адаптований для ячменів з підвищеною водочутливістю
Перезамочування	Перша водяна пауза становить 6 – 8 год, друга та третя – 1 год, перша повітряна – 20 год, друга – 22 год, третя – 40 год.	48 – 72 год	

1.1.2 Процес пророщування зерна

Після того, як зерно досягло певного рівня вологості, його передають на пророщування, де воно зазнає різних змін.

Метою пророщування [31] зерна є синтез та активація неактивних ферментів, під впливом яких у процесі затирання досягається розчинення всіх резервних речовин зерна.

У цілому нині пророщування характеризується трьома групами процесів: а) явищами зростання; б) змінами речовин; в) споживанням речовин.

Керуючи умовами солододорощення, можна досягти перебігу процесів у потрібному напрямку. Наприклад, для світлого солоду необхідно провести солододорощення з мінімальними втратами сухих речовин зерна на дихання та утворення паростка, а також з накопиченням максимально можливого рівня ферментативної активності.

Для темного солоду краще накопичення більшої кількості низькомолекулярних речовин, які вплинуть на утворення речовин, що зумовлюють аромат і колір солоду.

Даними процесами можна керувати за допомогою змін умов пророщування: температури, вологості, аерації, додаванням стимулюючих ріс та іншими факторами.

Морфологічні зміни у зерні. Процес пророщування характеризується появою у зерна корінця, що зумовлює активну діяльність зародка, виведеного зі стану спокою.

Розвиток корінця та діяльність зародка починається в перші хвилини замочування, тому що у зерна утворюється надмірна волога. На першому етапі зростання [31] зародка споживання розчиненої у воді сахарози є одним з визначальних процесів у ячмінному зерні, що проростає.

Одночасно з появою корінця в щитку утворюються судини, що зв'язують ендосперм і зародок, якими здійснюється двосторонній транспорт гіберелінів до алейронового шару і резервних речовин до зародка.

По виду паростків солоду можна охарактеризувати перебіг процесу пророщування: якщо коріння мають темний, млявий вигляд, це означає зниження рівня необхідної вологи; якщо спостерігається сильне зростання коріння, це говорить про збільшення споживання білка. При холодному веденні процесу корінці округлі і рихлі, а при теплому – тонкі, ниткоподібні, легко в'януть [40].

При солододорощенні важливо уникнути надмірного зростання коріння веденням холодного пророщування, або обмеженням подачі кисню.

Біохімічні зміни в зерні, що проростає. Як мовилося раніше, у зерні при проростанні починають діяти росторегулюючі гормони ячменю – гібереліни, ауксин, абсцизова кислота, цитокинини. Гібберелліни спільно з ауксинами і цитокінінами надають стимулюючу дію на синтез ферментів, а абсцизова кислота має протилежний ефект [17].

Адсорбовані або пов'язані ферменти активуються відновлюючими речовинами (наприклад, α -амілаза вивільняється при руйнуванні дисульфідних зв'язків, якими вона пов'язана з білками ендосперму, під дією протеаз) [25].

В результаті активація ферментів при пророщуванні призводить до зміни складу вуглеводів, полісахаридів, азотистих речовин, фосфоорганічних сполук, жирів, поліфенольних сполук та інших (табл. 1.3).

1.1.3 Чинники, що впливають на пророщування зерна

Основні технологічні фактори, що впливають на процеси в зерні, що проростає – температура, вологість і аерація зерна.

Температура. Від цього показника залежить тип одержуваного солоду: для отримання світлого солоду зерно необхідно пророщувати при 12 – 14 °C (холодне пророщування), так при даній температурі відбувається накопичення гідролітичних ферментів більшою мірою, діяльність зародка (процеси дихання) обмежені, внаслідок чого не відбувається великих втрат екстрактивних речовин; для отримання темного солоду краще тепле пророщування, так як необхідно гідролізувати високу кількість білка, що міститься в ячмені (12 % і більше) протеолітичних ферментів.

У табл. 1.4 показано вплив температурного режиму пророщування на вміст фракцій азоту в солоді [9].

Таблиця 1.3 – Активація ферментів під час пророщування

Ферменти	Субстрати	Продукти реакції	Активність ферменту
1	2	3	4
α -амілаза	Амілоза Амілопектін	Глюкоза, мальтоза, мальтотріоза, низькомолекулярні декстрини Глюкоза, мальтоза, ізомальтоза, низькомолекулярні декстрини	На 3 – 5 добу пророщування перебуває в активній формі. Гранична активність при 12 – 14 °С – на 11 – 14 добу, при 18 – 20 °С – на 7 добу і при 27 – 28 °С – на 5 добу
β -амілаза	Амілоза Амілопектін	Мальтоза Мальтоза, високомолекулярні декстрини	На 4 – 5 добу перебуває в активній формі. Гранична активність при 12 – 14 °С на 10 – 12 добу, а при 30 °С на 4 – 5 добу
R-фермент	Амілопектин, високомолекулярні декстрини	Мальтоза, низькомолекулярні декстрини	Знаходиться в активній формі. Гранична активність за 70 °С.
α -глюкозидаза (мальтаза)	Мальтоза	Глюкоза	Гранична активність при 35 – 40 °С, при температурі вище 40 °С активність знижується. Під час пророщування активність підвищується у 2 рази.

Таблиця 1.4 – Вплив температурного режиму пророщування на азотисті речовини солоду

Фракції азоту	Температурний режим		
	18 °С	18 – 25 °С	25 – 18 °С
Водорозчинний (альбуміни) збільшується в	2,2 рази	2,3 рази	2,1 рази
Солерозчинний (глобуліни) збільшується в	2,3 рази	2,5 рази	2,0 рази
Фракція А зменшується в	1,6 рази	1,6 рази	1,5 рази
Фракція В збільшується в	6,0 разів	2,3 рази	5,7 рази
Фракція С збільшується в	3,6 рази	3,7 рази	3,3 рази

Фракція А азоту представлена лейкозином, едестином та альбумозами білка; фракція В – пептони та вищі поліпептиди; фракція С – поліпептиди, амінокислоти, амід.

Таким чином, дійшли висновку, що підвищення температури до кінця пророщування забезпечує найбільший ступінь білкового розчинення у свіжопророслому солоді, особливо фракції С [14].

Однак, слід зазначити, що підвищення температури до 25 °С призводить до високих втрат сухих речовин, а також утворення плісняви.

Встановлено, що постійна температура пророщування 13 – 15 °С впливає утворення енд-β-глюканази, що розщеплює β-глюкан, сприятливіше, ніж температура вище 17 °С [18].

Активність амілолітичних ферментів накопичується переважно при 15 °С, більш високі температури спочатку призводять до збільшення вмісту амілаз, а потім їх активність падає [9].

Вологість. При виробництві темного солоду завжди прагнуть до високої вологості (45 – 47 %) ячменю, що пророщується, щоб досягти більш глибокого розчинення зерна, що позитивно позначиться на процесі меланоїдиноутворення, що обумовлює колір темного солоду. Розчинення зерна здійснюється різними групами ферментів, на активність яких впливає рівень вмісту вологи в зерні (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Вплив рівня вологості на активність протеолітичних ферментів

Протеази	Стимулюючі фактори	Підвищення активності, од.
Ендопептидази	Вологість до 46 %, наявність кисню	200 – 250 → 200
Екзопептидази	Вологість 46 – 48 %, постійна температура, наявність CO ₂	200 – 400 → 2000
Дипептидази	Тривалі повітряні паузи, постійна температура	400

Ступінь аерації. Великий приплив кисню необхідний у період пророщування, коли відбувається найбільша активізація і синтез ферментів. Надалі (після 4 – 5 діб) за допомогою незначної аерації і внаслідок накопичення CO₂ слід створювати глибокий анаеробіоз, який гальмує та зупиняє зростання корінця та знижує втрати сухих речовин [31].

1.2 Процеси, що протікають при сушінні солоду

Сушіння солоду є кінцевим етапом у технології солоду і від режимів її проведення великою мірою залежить якість солоду. У таблиці наведено основні вимоги до виробництва солоду, для наочності порівнюються світлий (пильснерський) та темний (мюнхенський) солоду (табл. 1.6).

Фази сушіння солоду. Як відомо, весь період сушіння солоду умовно можна розділити на три стадії:

1) фізіологічна – продовжують йти процеси розчинення зерна (утворення ферментів, дихання солоду), оскільки вологість його ще висока; дана фаза триває, поки вологість ячменю стане рівною 20 % і температура сушильного агента не перевищить 40 °С;

2) ферментативна – внаслідок підйому температури зародок зерна відмирає, але гідролітичні процеси продовжуються, відбувається накопичення продуктів розпаду вуглеводів та білків; дана фаза продовжується, поки температура повітря не перевищить 70 °С, а вологість зерна не знизиться до 10 %;

активація ферментів відбувається до температури 60 °С, оскільки за даної температури відбувається коагуляція білків, що входять до складу ферментів;

Таблиця 1.6 – Основні показники, що відрізняють технологію виробництва світлого та темного солодів

Показники	Світлий солод	Темний солод
Вміст білка в ячмені, %	8,5 – 11	11 – 13
Ступінь замочування, %	42 – 44	44 – 47
Максимальна температура пророщування, °С	17 – 18	22 – 25
Ступінь розчинення	Порівняно висока	Досить висока
Довжина зародкового листка	2/3 – 3/4 довжини зерна	3/4 – 1 довжини зерна
Процеси, що протікають на верхній решітці солодосушильної установки	Швидке видалення верхньої вологи шляхом сильної повітряної тяги; інактивація ферментів без розщеплення екстрактивних речовин	Створення вологого теплого клімату шляхом циркуляції повітря; сильна активність ферментів; утворення продуктів розщеплення екстрактивних речовин
Температура відсушування, °С	80 – 85	105 – 110
Меланоїдиноутворення	Невелике	Високе

3) хімічна фаза – ферментативні процеси припиняються, оскільки одна частина ферментів інактивується, іншу – адсорбується колоїдами зерна, і вони переходять у неактивне стан; відбувається реакція меланоїдиноутворення, карамелеутворення; дана фаза триває при температурі сушіння від 70 до 105 °С рівномірному зниженні вологості солоду до 1,5 – 2 %.

Вплив сушіння на активність ферментів. Ферментативні процеси продовжуються під час перших двох стадій сушіння та припиняються при 60 °С. Зміна активностей деяких ферментів наведено у табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Активність деяких ферментів за різних температур сушіння зерна

Фермент	Температура/тривалість фази			
	35 – 45 °C/12 – 14 год	55 – 60 °C/10 год	70 °C/6 – 7 год	100 – 105 °C/4 – 5 год
α -Амілаза	Збільшення активності на 20 – 30 % порівняно з рівнем зерна, що пророщується		Інактивація 50 – 60 % рівня активності за 80 °C	
β -амілаза	Збільшення активності на 10 – 20 % порівняно з рівнем зерна, що пророщується	Інактивація 70 % рівня активності за 55 – 65°C		
Ендопептидази	Збільшення активності до 65 – 70 °C			Часткова інактивація за 80 – 100 °C
Екзопептидази	Збереження високого рівня активності			Часткова інактивація
Дипептидази, карбоксіпептидази	Збільшення активності при 50 °C у 2 рази та поступовий її спад			Інактивація при 80 °C
Ендо-р-глюканази	Незначне збільшення активності до 50 °C та її зниження		Інактивація значного рівня активності	
Ціллобіаза	Поступовий спад активності		Інактивація при 70 – 80 °C	
Ліпаза	Поступовий спад активності		Інактивація при 80°C	

1.3 Типи солоду

Випущені харчовою промисловістю різні сорти пива поділяються на 3 категорії: світлі, напівтемні та темні [35]. Ці сортові відмінності обумовлені головним чином типом використовуваного солоду, видом і кількістю нескладеної сировини, що додається.

У процесі сушіння, коли вологість солоду обережно видаляється, утворюються ароматичні, смакові та забарвлені сполуки [3], які обумовлюють видові ознаки солоду. При точному управлінні процесом можна виробляти цілу низку сортів – від солоду для світлого табірною пива до солоду для темнішого легкого елю (рис. 1.1)

Найбільш часто для напівтемних і темних сортів пива використовують темний солод, частка якого в засипу може становити в деяких сортах пива до 85 %. Цей солод відрізняється від світлого низькою активністю цитолітичних, амілолітичних та протеолітичних ферментів. У таблиці наведено порівняльну характеристику світлого та темного солоду (табл. 1.8).

Разом з тим, у темному солоді підвищується вміст меланоїдинів, які мають найбільш ніжний солодовий смак і аромат обсмаженого солоду. Вони являють собою частково розчинні незброджені речовини з різними відновлюючими властивостями, завдяки чому в суслі створюється певний окислювально-відновний потенціал.

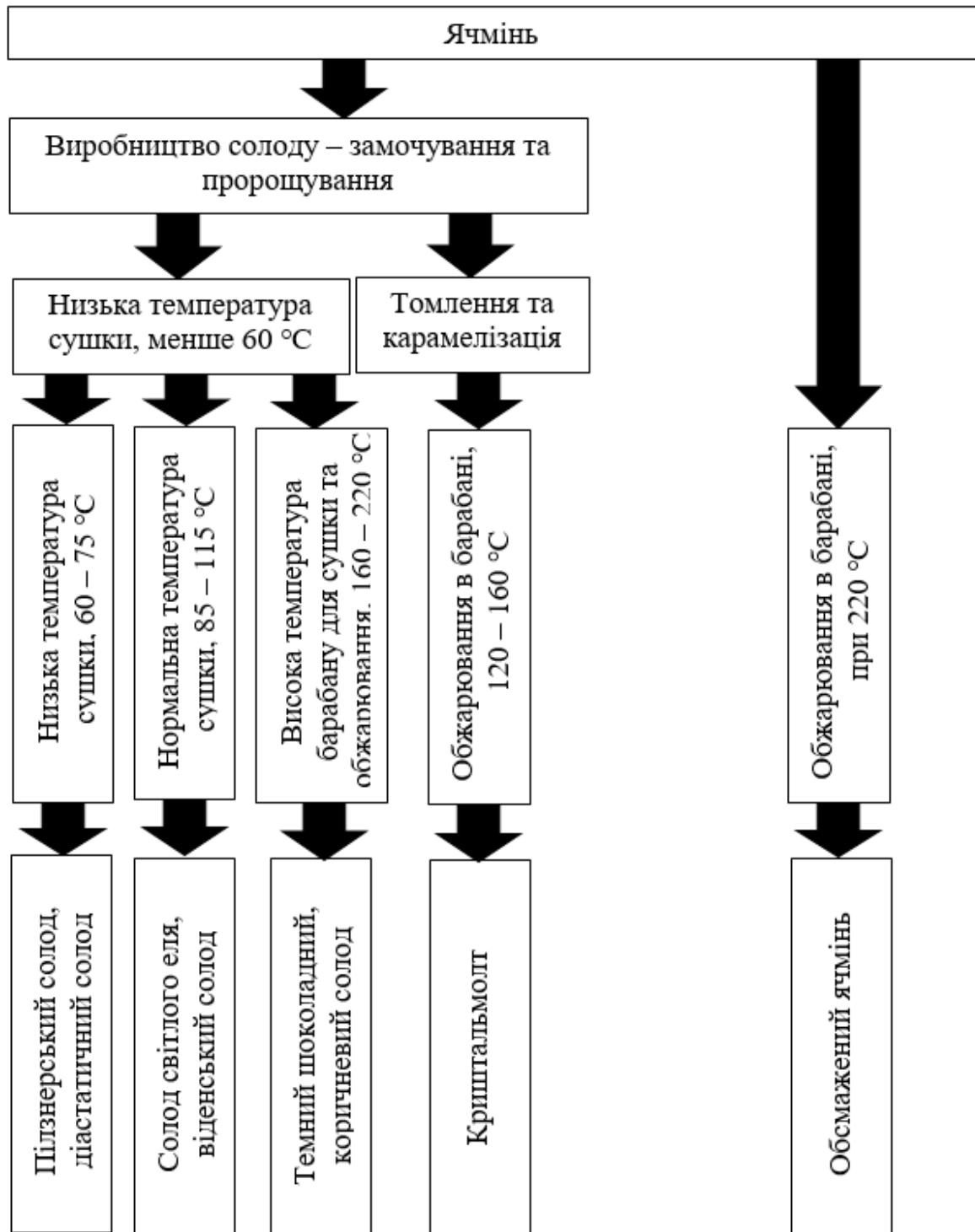


Рисунок 1.1 – Зображення процесу сушіння для отримання різноманітних темних солодів

Таблиця 1.8 – Ферментативна активність та вміст фракцій азоту у світлих та темних сортах

Показники	Солод			
	Світлий		Темний	
	До сушіння	Після сушіння	До сушіння	Після сушіння
Масова частка вологи, %	43,6	3,6	45,0	1,8
Діастатична активність, °WK	219	171	306	80
Протеолітична активність, мг азоту/г солоду	107	104	70	27
Азот, мг/100г СР: розчинний	510	505	506	386
коагульований	144	134	108	68
важкорозчинн	366	371	398	328
формальний	87	77	73	50

В Україні виробляють лише один вид темного солоду, тоді як за кордоном відомі два типи мюнхенського темного солоду (таблиця 1.9) та віденський солод (табл. 1.10). Незалежно від типу екстрактивність солодів становить 78 – 80 % і тому частка його засипу може становити 100 %. Варіюючи кількістю та типом солоду можна отримати пиво з різними відтінками кольору: від золотистого до мідного або темно-коричневого [35].

Для виробництва мюнхенського солоду використовується добре розчинений пивоварний ячмінь з підвищеним вмістом білків і цукрів. Температура сушіння становить від 100 до 105 °С і триває 4 – 5 год, що сприяє посиленому утворенню ароматичних та фарбуючих речовин. Віденський тип солоду отримують при сушінні солоду з температурою повітря 90 °С.

Карамельний солод. Для виробництва карамельних сортів береться свіжопророслий солод з гарною розчинністю та вологістю від 45 до 48 %.

Таблиця 1.9 – Фізико-хімічні показники темного солоду мюнхенського та віденського

Показники	Тип солоду				
	Мюнхенський			Віденський	
	Україна	Зарубіжний		Зарубіжний	
		1 зразок	2 зразок	1 зразок	2 зразок
Масова частка вологи, %, не більше	5,0	4,5	2,5-3,0	менше 4,5	3,7 – 4,2
Білок, %	-	11,5	10,5 – 11,5	<11,5	10,0 – 11,5
Кольоровість, од.	8 – 20	15 – 30	14 – 18	10 – 20	3,5 – 4,5
Різниця екстрактів тонкого та грубого помелу, % від СР	-	-	-	-	1,3 – 2,3
Час оцукрювання, хв	-	-	-	-	менше 15
Екстрактивність, %, не менше	74	80	78	79,5	80
Число Кольбаха, %	-	42 – 50	-	39 – 45	38 – 43
Розчинний азот, мг/100гСР	-	-	-	700 – 800	600 – 800
Амінний азот, мг/л	-	-	-	-	140 – 180
В'язкість, сПз, не більше	-	1,65	-	1,65	1,62
Вирівняність, %	-	-	-	більше 90	-
рН	-	-	-	-	5,8 – 6,1
Діастатична активність, од. °WK/100 г СР	-	-	-	-	понад 180
Активність α -амілази, од. DU/г СР	-	-	-	-	більше 30

Наприкінці тривалого замочування та пророщування зерно нагрівається до 40 – 45 °С, щоб розпочався інтенсивний процес розщеплення за допомогою протеолітичних, цитолітичних та амілолітичних ферментів. Оцукрювання та карамелізація здійснюються в обжарювальному барабані.

За інтенсивністю забарвлення [5] карамельні солоди діляться на дуже світлі, світлі та темні (табл. 1.11), колір та аромат яких пов'язаний як з меланоїдинами, так і з карамелями.

Таблиця 1.10 – Характеристика темних солодів

Виробник	Тип солоду	Кольоровість, од. ЕВС	Частка засипу, %	Вплив на смак та аромат пива
Україна	Темний	0,5-1,3 ц. (8-20 од. ЕВС)	До 85	Виражений солодовий смак та аромат
Європа	Мюнхенський	13 – 15	До 85	Смак та аромат солоду
		16	20 – 40	Для посилення аромату та повноти смаку
		20 – 25		
	15 – 30			
	Віденський	5 – 8	До 100	Збільшення повноти смаку, отримання золотого кольору пива
		7,5		
10 – 20				

При цьому має значення ступінь деградації цукрів, в результаті чого утворюються різні за фарбуванням полімерні продукти – карамелі, карамелани, гумінові кислоти та інші сполуки.

Смажені солоди. Обсмажені солоди виготовляють із ячмінного, пшеничного та житнього солодів відповідно до стандарту кольорів 400 – 1600 од. ЕВС (табл. 1.11).

Таблиця 1.10 – Технологічна характеристика карамельних солодів

Тип	Торгова марка	Кольоровість, од. ЕВС	Екстрактивність, % СР	Витрата, % до засипу
Карамельний 1 клас	Згідно ДСТУ	20 °Лінтнера	понад 75	3 – 5
Карамельний 2 клас			понад 70	
Дуже світлий карамельний	Карапілс	20 – 30	74 – 79	3 – 5 % для світлого пива і до 40 % для б/а та слабоалкогольного пива
Світлий карамельний	Карахел	20 – 30	74 – 79	10 – 15 % для світлого пива і до 40 % для б/а та слабоалкогольного пива
Темний карамельний	Світлий	10	-	1 – 5 % для темного пива з низькою щільністю, 5 – 15 % для темних сортів пива
	Каравена	30 – 60	понад 78	
	Карамюнх	80 – 100 110 – 130 140 – 150	74 – 78	
Пшеничний	Карапілс	80 – 120	-	10 – 15 % для темного пшеничного пива верхового бродіння
		100 – 200	74 – 77	
	Каравіт	50 – 60	понад 80	

Зі зростанням кольоровості у солодів посилюється гіркий смак, який обумовлюється наявністю в оболонках зерна поліфенолів та гірких речовин. Тому для пом'якшення смаку обсмажують позбавлений оболонки солод.

Обсмажені солоду застосовують для темних, міцних сортів пива для посилення кольоровості та надання пиву специфічних відтінків у смаку та ароматі. Приблизна витрата солоду становить 1 – 5 % від засипу. Додавання обсмажених солодів підвищує піностійкість та фізико-хімічну стабільність пива.

Таблиця 1.11 – Технологічна характеристика обсмажених солодів

Назва солоду	Кольоровість, од. ЕВС	Країна виробник
Палений	100	Україна
Кілнкофе	400-500	Закордонні
Шоколадний	800-1000	
Кілнблек	1000-1500	
Карафа	800-1500	
Пшеничний	1000-1500	
Житній	800-1300	
Палений	1500	
Чорний	1600	

Також відомий такий тип фарбувального продукту, як синамар. Він виготовляється із паленого ячмінного солоду без застосування генетично обробленої сировини шляхом вакуумного упарювання. Даний концентрат не має гіркоту, консервантів, характеризується стабільним рН. Для підвищення кольоровості пива його задають у кількості 14 г на 1 гл пива перед доброджуванням у тому, щоб підвищити кольоровість пива на 1 од. ЕВС [41].

Меланоїдиновий солод. Після інтенсивного пророщування меланоїдиновий солод нагрівають до температури 40 – 50 °С витримують 24 год. Завдяки високому вмісту CO₂ припиняється зростання зародка, відбувається інтенсивне розщеплення білків та цукрів та розрідження частини зерна. Далі після підв'ялювання солод сушиться при температурі понад 100 °С.

Меланоїдиновий солод має гарну розчинність, вологість 3 – 4,5 %, вміст екстракту 78 – 81 %, а також кольоровість 60 – 80 од. ЕВС.

Цей солод надає пиву червонуватий колір, сприяє посиленню смакових якостей. Частка меланоїдинового солоду в засипу коливається від 5 до 20 % [41].

1.4 Вдосконалення способів одержання темного солоду

Як було зазначено, на рівень розвитку кольору у готовому солоді впливає

реакція меланноїдиноутворення, основними реагентами якої є цукри та амінокислоти. Отже, всі способи отримання темного солоду спрямовані або на інтенсифікацію накопичення необхідних низькомолекулярних речовин, або на оптимізацію процесу сушіння солоду свіжопророслого.

Вплив на накопичення низькомолекулярних продуктів гідролізу білків та полісахаридів можна здійснити шляхом підбору умов (температура, вологість) пророщування солоду, або при внесенні різних хімічних та органічних речовин при виробництві свіжорослого солоду.

Для накопичення активності протеїназ, а значить і амінокислот, при переробці ячменю із вмістом білка вище 12 %, необхідний високий ступінь замочування (44 – 46 %) та наростаючий температурний режим при пророщуванні (з 13 °C на першу добу до 18 °C – на третю та зниженням температури пророщування до 11 °C на сьому добу). Даний температурний режим дозволяє накопичити більшу кількість амінокислот у першій половині пророщування та скоротити швидкість новоутворення у зародку, а також знизити інтенсивність дихання у другій половині пророщування.

Також при переробці ячменів з високим вмістом білка, застосовувалися алкілбензоли [9], що дозволяють збільшити активність протеїназ і зберігають їх дію тривалий час, а також підвищити ступінь розчину білкового солоду з одночасним гальмуванням росту вегетативних органів.

Крім того, існують результати досліджень [10], які показали, що при пророщуванні солоду при 18 – 20 °C ферментативна активність α -і β -амілаз збільшується в 2 рази протеаз і каталази – в 1,5 рази. Далі солод 5-добового обертання піддавали термоактивації при 45 °C протягом 5 год і висушували за режимом з поступовим підйомом температури з 18 до 90 °C при швидкості теплоносія 0,5 – 1,0 м/с.

Запропоновано технологію [26] нового карамельного солоду з більш повним ароматом. Час обсмажування даного солоду становить 3 год при температурі сушильного агента 116 – 117 °C кінцева вологість солоду 7 – 8 %, а кольоровість – 11 – 13 °EBC. Додавання цього солоду навіть у кількості 15 % до солодової крупки

при затиранні мало впливає на колір, але збагачує аромат пива фруктовими, солодовими та ірисовими нотами в ароматі, при цьому зменшується терпкість і збільшується бархатистість смаку пива.

Для активації ферментного комплексу зерна, що проростає, відомі способи застосування біокаталізаторів на різних стадіях виробництва солоду [4]. Але ці методи частіше ставляться до виробництва світлого солоду.

Процес солодоращення було вирішено здійснювати «холодним» способом при температурі 13 – 15 °С, щоб уникнути зайвих втрат на дихання та зростання вегетативних органів, а також мікробіологічного забруднення зерна.

Цей режим солодоращення був обраний з технолого-економічної точки зору, оскільки дозволить в одних і тих же температурних умовах отримувати і світлий, і темний солод, що найбільш вигідно для малих підприємств з обмеженими технічними можливостями.

Висновки до розділу

З вивчення літературних даних можна дійти висновку, що у вітчизняному виробництві солоду важко здійснити ефективну технологію темного солоду, особливо, наявному устаткуванні.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріали дослідження

2.1.1 Дослідження ячменю з його придатності для виробництва темного солоду

Для проведення досліджень з обґрунтування технології виробництва солоду було обрано сорт Шкарлет. За даними дослідників [22] встановлено, що для виробництва темного пивоварного солоду виробництва якого йде ячмінь із вмістом білка від 12 %, згідно з ДСТУ вміст білка у обраному сорті складає 12,5 %.

Також для обраного сорту ячменю визначено кількісний склад білка (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Вміст фракцій білка у ячмені сорту Шкарлет

Найменування фракції	Вміст фракцій	
	% на СВ	%
Загальна кількість білка	12,5	100
Альбуміни + глобуліни	6,45	51,6
Глютелини	5,10	40,8
Гордеїни	0,95	7,6

Як свідчать отримані дані, що обраний сорт ячменю може мати достатню кількість ферментів, так як більша частина з фракцій відноситься до альбумінів і глобулінів, що відповідають за наявність біокаталізаторів зерна [22].

За сумарною кількістю глютелінів і гордеїнів можна судити про здатність ячменю інтенсивно вбирати вологу і набухати при замочуванні і таким чином утворювати клейковину. Сумарна кількість цих фракцій ячменю становить 48,4 %, тобто половину всіх фракцій, що говорить про хорошу здатність ячменю вбирати вологу, необхідну для перебігу ферментативних процесів при пророщуванні [42].

За низькою кількістю фракції гордеїнів можна припустити, що під час замочування та пророщування α -амілази та β -глюканази активно атакують

свої субстрати, оскільки чим менший вміст гордеїнів, тим більшою доступністю мають крохмальні гранули, міцно асоційовані з цією білковою фракцією. Однак, тривалість замочування і пророщування в досліді визначення здатності проростання мінімальна, і при промисловому пророщуванні можна буде підвищити відсоток проростання більш тривалим впливом умов, сприятливих для пророщування солоду.

2.1.2 Режими отримання темного солоду

Темний солод отримували за класичною технологією: замочування здійснювали на лабораторній солодовні «1-cube» повітряно-водним способом до вологості ячменю 44 – 46 %, причому тривалість замочування становила 72 години при 12 – 14 °С; пророщування проводили при 11 – 13 °С протягом семи та дев'яти діб.

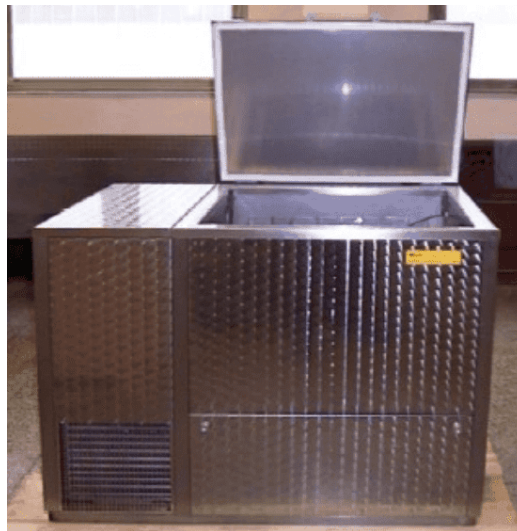


Рисунок 2.1 – Лабораторна солодовня «1-cube»

При отриманні дослідного солоду ячмінь замочувався в розчинах різних ферментних препаратів, що вносяться в першу воду і далі пророщувався як описано вище. Ячмінь (контроль) замочували у воді.

Сушіння отриманого солоду здійснювали протягом 1 діб за режимом, зазначеним у таблиці 2.2, і протягом 2-х діб за класичним температурним режимом

[24]. Температура сушіння в обох випадках становила 102 °С.

Таблиця 2.2 – Температурний режим сушіння солоду за прискореним режимом (за добу)

Тривалість сушіння, год	Температура повітря, °С	Тривалість сушіння, год	Температура повітря, °С
0	35	11	55
2	35	13	58
3	38	15	62
5	45	17	65
6	48	19	70
8	50	21	78
9	52	23	98
11	55	24	102

Після завершення процесу сушіння у солоді відбивали паростки, і він відлежувався протягом місяця перед аналізом.

2.1.3 Ферментні препарати, що застосовуються при проведенні досліджень

При проведенні досліджень було використано біокаталізатори, що мають протеолітичну, цитолітичну та амілазну активності (таблиця 2.3).

2.2 Методи дослідження

2.2.1 Визначення вологості

Визначення вологості зерна проводили методом прискореного висушування при 105 °С протягом 3-х годин, а для свіжопророслого солоду застосовували метод з попереднім підсушуванням [37].

2.2.2 Визначення енергії та здатності проростання

Визначення енергії та можливості проростання встановлено згідно [37].

Таблиця 2.3 – Характеристика ферментних препаратів

Ферментний препарат	Зовнішній вигляд	Оптимальні умови		Активності препарату, од./г
		t, °C	pH	
Біоглюканаза B10L	Світло-коричнева рідина	60	5,5-7,0	екзо-β-глюканазна (1000); ендо-β-глюканазна (60); амілолітична (10)
Нейтраз 1,5MG	Коричневий порошок	50-60	6,5-10,0	протеолітична (600); α-амілазна (10); β-глюканазна (40)
Глюкозим New	Коричнева рідина	58-65	4,0-4,6	глюкоамілазна (4000); амілолітична (140); пулуланазна (70)

2.2.3 Визначення вмісту азотистих речовин

Визначення вмісту загального азоту проводили за методом К'ельдаля; фракційного складу білкових речовин – за методом Єрмакова з подальшим визначенням кількості азоту методом Лоурі, а визначення вмісту амінокислот – за кількістю карбоксильних груп у водно-спиртовому розчині [37].

2.2.4 Визначення вмісту редуруючих речовин

Редукуючі речовини визначали за методом Бертрана модифікації Шорля [13].

2.2.5 Визначення ферментативної активності свіжопророслого та готового солоду

У солоді визначали активність амілолітичних, протеолітичних та цитолітичних ферментів.

2.2.6 Визначення активності амілолітичних та протеолітичних ферментів

Визначення амілолітичної активності проводили колориметричним методом за [13] для солоду і [13] для ферментних препаратів, протеолітичної активності – за методом Ансона [13].

2.2.7 Визначення екстрактивності солоду

Екстрактивність одержаного темного солоду визначали стандартним методом [37].

Висновки до розділу

При написанні даного розділу кваліфікаційної роботи було охарактеризовано матеріали, які було обрано для проведення досліджень, а також приведено коротку характеристику методик, за якими проводились експериментальні дослідження.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Вивчення впливу біокаталізаторів на показники свіжопророслого солоду

Першим етапом досліджень було визначення стадії внесення ФП та їх ефективні дозування, що необхідні для оптимального розчинення ендосперму зерна, що впливає на накопичення низькомолекулярних сполук солоду, що беруть участь у утворенні барвників темного солоду.

Концентрація препарату знаходилась у діапазоні 0,001-0,5 % до маси замоченого ячменю (табл. 3.1); амілолітична активність солоду, отриманого з ячменю склала 12,4 од./г.

Таблиця 3.1 – Вплив дозування ферментних препаратів на показники солоду

Показники	Концентрація ферментного препарату у %					
	0,001	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5
Нейтраз						
Енергія проростання, %	90,8	91,5	92,0	91,6	90,1	89,3
Здатність проростання, %	91,9	92,8	93,4	92,9	91,8	90,5
Амілолітична активність, од./г	12,4	13,3	16,7	13,1	12,8	12,4
Глюкозим						
Енергія проростання, %	89,0	89,0	89,4	89,1	89,0	89,0
Здатність проростання, %	90,3	91,2	91,6	90,4	90,2	90,2
Амілолітична активність, од./г	12,0	12,5	15,0	13,1	12,1	12,0
Біоглюканаза						
Енергія проростання, %	92,3	93,1	93,4	91,9	91,0	90,4
Здатність проростання, %	93,9	94,3	94,6	93,0	92,3	92,1
Амілолітична активність, од./г	15,0	18,6	21,1	19,3	18,8	14,5

Ферментні препарати, що були охарактеризовані у розділі 2, вносили до замкової води та пророщували за режимом, описаним у розділі 2.

Як свідчать отримані дані таблиці 3.1, що найбільш ефективна концентрація ферментного препарату склала 0,1 % до маси замоченого ячменю, оскільки саме в цьому випадку найбільш висока енергія та здатність проростання, що свідчить про рівномірність зміни ендосперму та вища активність амілазу солоду.

У технології виробництва темного солоду велике значення мають низькомолекулярні продукти гідролізу вуглеводів (крохмаль, гуміречовини, β -глюкан) і білків – цукру та амінокислоти, вміст яких визначалося у свіжопророслому солоді, отриманому з ячменю із застосуванням ферментних препаратів при забезпеченні оптимальної концентрації (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Вплив ФП у концентрації 0,1 % на показники свіжопророслого солоду

Показники	Зразки солоду			
	Ячмінь	Ячмінь+0,1 % ФП		
		Нейтраза	Глюкозим	Біоглюканаза
Енергія проростання, %	89,2	92,0	89,4	93,4
Здатність проростання, %	90,2	93,4	91,6	94,6
Амілолітична активність, од./г СР	12,4	16,7	15,0	21,1
Вміст, %:				
редуючих речовин	13,6	5,8	14,1	9,7
амінного азоту	0,7	0,5	0,7	0,4
Ефективна активність ферментів, од./г зерна:				
амілолітичні	-	0,01	0,14	0,01
протеолітичні	-	0,60	-	-
цітолітичні	-	0,04	-	1,06

Зв отриманими даними встановлено, що застосування ферментного препарату в кількості 0,1 % призводить до збільшення розчинення ендосперму і підвищення проростання зерна та амілолітичної активності солоду різною мірою: застосування Біоглюканази, що містить у собі комплекс цитолітичних ферментів, дозволяє збільшити проростання зерна на 5 % і амілолітичну активність на 70 %

порівняно з контролем, застосування Нейтрази, що володіє протеолітичною активністю, збільшує проростання на 3,5 % і активність амілази – на 35 %, а введення Глюкозиму, що містить комплекс амілолітичних ферментів, у тому числі пулуланазу, підвищує проростання ячменю на 1,5 % та амілолітичну активність – на 21 %. Однак, при цьому не відбувається накопичення низькомолекулярних речовин (цукорів та амінокислот) у свіжопророслому солоді. Так як ці продукти гідролізу витрачаються зерном на підтримку життєдіяльності зародка, що неприпустимо в технології темного солоду, можна визнати, що ферментні препарати Нейтраза, Глюкозим і Біоглюканазу можна використовувати у виробництві темного солоду.

3.2 Вивчення впливу температурного режиму пророщування на показники готового солоду, отриманого із застосуванням біокаталізаторів

З метою більш повного вивчення впливу біокаталізаторів на якість солоду, що одержується, ячмінь пророщували за двома температурними режимами:

1 режим – за підтримки постійної температури 11 – 13 °С;

2 режим – перші чотири доби температура пророщування підтримувалася на рівні 11 – 13 °С, а далі поступово збільшувалася на 1 °С на добу і на 7 – 9 добу пророщування становила 16 °С, оскільки згідно з дослідженнями [28], саме ця температура дозволяє найбільш повно подіяти, зокрема, протеолітичним ферментам зерна, що пророщується для накопичення низькомолекулярних речовин – амінокислот, а також для повного розчинення ендосперму зерна. Тепліший режим пророщування (20 – 25 °С) застосовувати недоцільно, оскільки відбуватиметься надмірне витрачання низькомолекулярних екстрактивних речовин зерна на утворення вегетативних органів зерна та на його дихання, також у цьому випадку можливий розвиток мікрофлори зерна.

Показники готового солоду, отриманого за двома режимами, наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Якісні показники отриманого солоду

Показники	Ячмінь		Ячмінь+0,1 % розчин ферментного препарату при різному режимі пророщування						
			Ячмінь+Нейтраза		Ячмінь+Глюкозим		Ячмінь+Біоглюканаза		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Вологість солоду, %	5,0	5,1	6,8	6,8	7,3	6,6	6,7	6,9	
Екстрактивність солоду, %	79,1	74,1	79,6	79,2	78,9	79,3	70,2	77,2	
Вихід солоду, %	78,4	75,7	73,0	71,1	74,1	73,4	75,8	73,0	
Вихід паростків, %	12,8	13,0	13,2	14,2	11,5	12,6	13,3	13,7	
Амілолітична активність солоду, од./г	4,84	5,21	2,77	3,9	4,12	4,35	2,76	5,7	
Кислотність, рН	5,4	5,8	5,3	5,7	5,6	5,8	5,4	5,7	
Вміст, %	редуючих речовин	11,2	11,5	12,4	13,4	10,6	11,5	11,8	11,5
	амінного азоту	1,30	1,21	1,31	1,13	1,31	1,16	1,33	1,17

Як видно з даних таблиці, солод, отриманий за другим режимом, мав більш низькі показники в порівнянні з солодом, отриманим при постійній температурі.

Можна відзначити, що поступове підвищення температури пророщування призводить, з одного боку, до активації ферментативного розчинення зерна, а з іншого – до втрати екстрактивних речовин на дихання та розвиток вегетативних органів зерна, що проростає.

Необхідно відзначити, що на 9-ту добу пророщування довжина корінця зародка значно перевищувала довжину зерна, що пророщується.

Тому було прийнято рішення пророщувати надалі солод при постійній температурі 11 – 13 °С, щоб уникнути втрат екстрактивних речовин зерна на паростки.

3.3 Дослідження доцільності застосування МЕК при пророщені солоду

Застосування біокатализаторів різної дії виявило незбалансованість їх дії на зерно, що пророщується: застосування вищевказаних біокатализаторів призводить до втрати низькомолекулярних речовин зерна, внаслідок чого вони не накопичуються в зерні, а витрачаються на процеси росту і дихання, що негативно впливає на утворення меланоїдинів. Тому було вирішено скласти з них мультиензимні композиції – МЕК з різним співвідношенням біокатализаторів (табл. 3.4) для виявлення найбільш ефективної дії МЕК.

Таблиця 3.4 – Склад МЕК

Номер МЕК	Співвідношення біокатализаторів		
	Біоглюканаза	Глюкозим	Нейтраза
МЕК 1	0,030	0,030	0,030
МЕК 2	0,050	0,020	0,020
МЕК 3	0,002	0,050	0,020
МЕК 4	0,002	0,020	0,050

Надалі пророщування солоду проводили із застосуванням МЕК та досліджували їх вплив на фізико-хімічні показники отриманого солоду. Результати висвітлені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Вплив МЕК на показники отриманого солоду

Показники	Зразки солоду				
	Ячмінь	Ячмінь + МЕК			
		МЕК 1	МЕК 2	МЕК 3	МЕК 4
Енергія проростання, %	89,2	88,6	87,6	89,0	88,2
Здатність проростання, %	90,2	92,4	91,0	92,6	89,6
Амілолітична активність, од./г СР	12,4	14,1	15,8	19,8	15,6
Вміст %:					
редуючих речовин	13,6	17,8	17,5	17,8	19,4
амінного азоту	0,7	0,3	0,5	0,5	0,3

З отриманих даних (табл. 3.5) видно, що доцільне використання при замочуванні та пророщуванні МЕК 2 і МЕК 3, оскільки солод, отриманий при застосування даних МЕК мав найбільшу амілолітичну активність (вище на 27 % у разі застосування МЕК 2 і 60 % у разі застосування МЕК 3 порівняно з контролем). Також за вмістом амінного азоту і цукрів у отриманому солоді застосовувані МЕК найбільше перевищують як контрольні значення, так і значення дослідних зразків.

3.4 Визначення впливу МЕК на процес пророщування солоду

Вести процес пророщування солоду необхідно таким чином, щоб максимально активувати ферментні системи ячменю, але й своєчасно обмежити їхню дію, оскільки необхідно накопичити максимальну для утворення кольору темного солоду кількість низькомолекулярних речовин – амінокислот та цукрів. Тривалість процесу має бути обмежена щоб уникнути витрачання зародком зазначених продуктів дії ферментів солоду для побудови нових тканин паростка, а

також відтворення високомолекулярних речовин солоду – білка, крохмалю, геміцелюлози.

Тому контроль процесу накопичення ферментативних активностей (протеолітичної та амілолітичної), а також кількості продуктів реакції гідролізу біополімерів є важливим для вивчення процесу пророщування ячменю із застосуванням МЕК для отримання темного солоду.

У таблиці 3.6 та рисунках 3.1 – 3.5 представлена динаміка накопичення амілолітичної, протеолітичної та цитолітичної активностей, а також амінокислот та цукрів за добу пророщування.

Як видно з даних таблиці, до сьомої доби пророщування накопичується достатня кількість амінокислот і цукрів, причому активність ферментів поки що залишається незмінною. До дев'ятої доби пророщування очевидна витрата низькомолекулярних речовин на ростові процеси зерна, а також, через надмірне накопичення продуктів гідролізу, гальмується утворення ферментів. Кращими показниками активностей і накопичення низькомолекулярних речовин має солод, отриманий з ячменю із застосуванням МЕК 3.

Як свідчать дані таблиці 3.6 та рисунків 3.1 – 3.5, застосування МЕК позитивно впливає на процес накопичення низькомолекулярних речовин у солоді, причиною чого є збільшення ферментативної активності в солоді протягом усього процесу пророщування: так, при застосуванні МЕК 2 амілолітична та протеолітична активності збільшуються відповідно на 40 та 70 % відповідно на 7 добу пророщування порівняно з контролем; при застосуванні МЕК 3 ті ж активності перевищують контрольне значення 0,42 і 2 рази відповідно.

На 8 – 9-ту добу пророщування відбувається помітний спад ферментативної активності, але найкращим за показниками залишається солод, отриманий з ячменю, обробленого МЕК 3 – його амілолітична та протеолітична активність перевищує контрольне значення в 0,7 і 3,5 рази, а активність цитолітичних ферментів – на 32 % (на 9 діб). Спад ферментативної активності можна пояснити за рахунок накопичення продуктів ферментативних реакцій, які інгібують утворення ферментів, а також частковою інактивацією ферментів.

Таблиця 3.6 – Показники отриманого солоду

Показник	Зразок	Доба пророщування					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Вміст редукуючих речовин, % СР	Ячмінь	10,6	14,2	14,5	15,5	12,8	12,2
	Ячмінь+МЕК 2	15,2	17,5	24,3	22,9	20,2	18,5
	Ячмінь+МЕК 3	16,9	20,2	26,8	27,7	24,0	19,7
Вміст амінного азоту, мг% СВ	Ячмінь	0,984	1,215	1,145	1,056	1,021	0,921
	Ячмінь+МЕК 2	1,106	1,346	1,384	1,378	1,323	1,287
	Ячмінь+МЕК 3	1,094	1,313	1,288	1,178	1,146	1,029
Активність а-амілази, од./г	Ячмінь	20,1	35,6	46,8	49,5	45,1	39,2
	Ячмінь+МЕК 2	22,0	38,3	67,6	69,3	66,2	64,1
	Ячмінь+МЕК 3	24,2	41,2	66,3	70,3	67,6	65,3
Активність кислої протеїнази, од./г	Ячмінь	0,12	0,26	0,52	0,81	0,62	0,44
	Ячмінь+МЕК 2	0,20	0,34	0,54	1,39	1,25	1,13
	Ячмінь+МЕК 3	0,41	0,87	1,05	1,78	1,69	1,54
Цитолітична активність, од./г	Ячмінь	2,6	3,0	3,2	3,7	3,6	2,8
	Ячмінь+МЕК 2	4,0	4,6	4,8	4,9	4,8	3,8
	Ячмінь+МЕК 3	2,8	3,2	3,6	5,0	4,7	3,7

Накопичення низькомолекулярних продуктів ферментативного гідролізу (цукрів та амінокислот) активно йде до 7 діб пророщування, після чого, мабуть, активно витрачається на утворення вегетативних органів зерна та на утворення запасних речовин, причому за останню добу пророщування (7 – 9) більш активно порівняно з 4 – 6 діб пророщування.

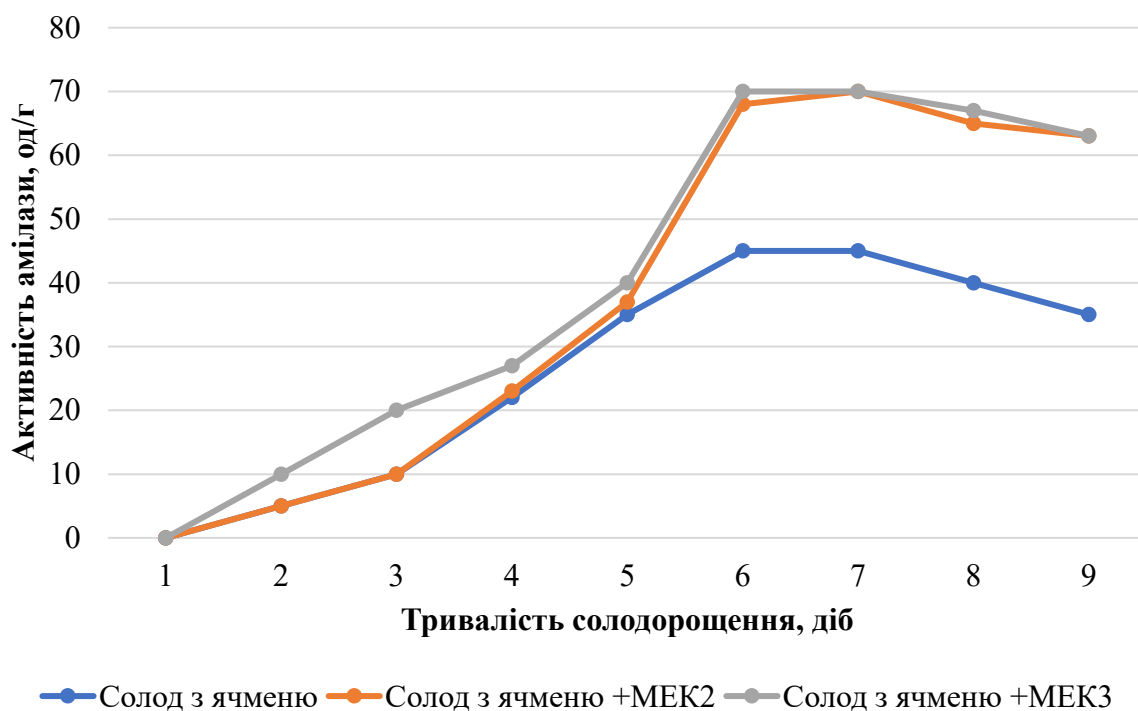


Рисунок 3.1 – Накопичення амілолітичної активності під час процесу пророщування солоду

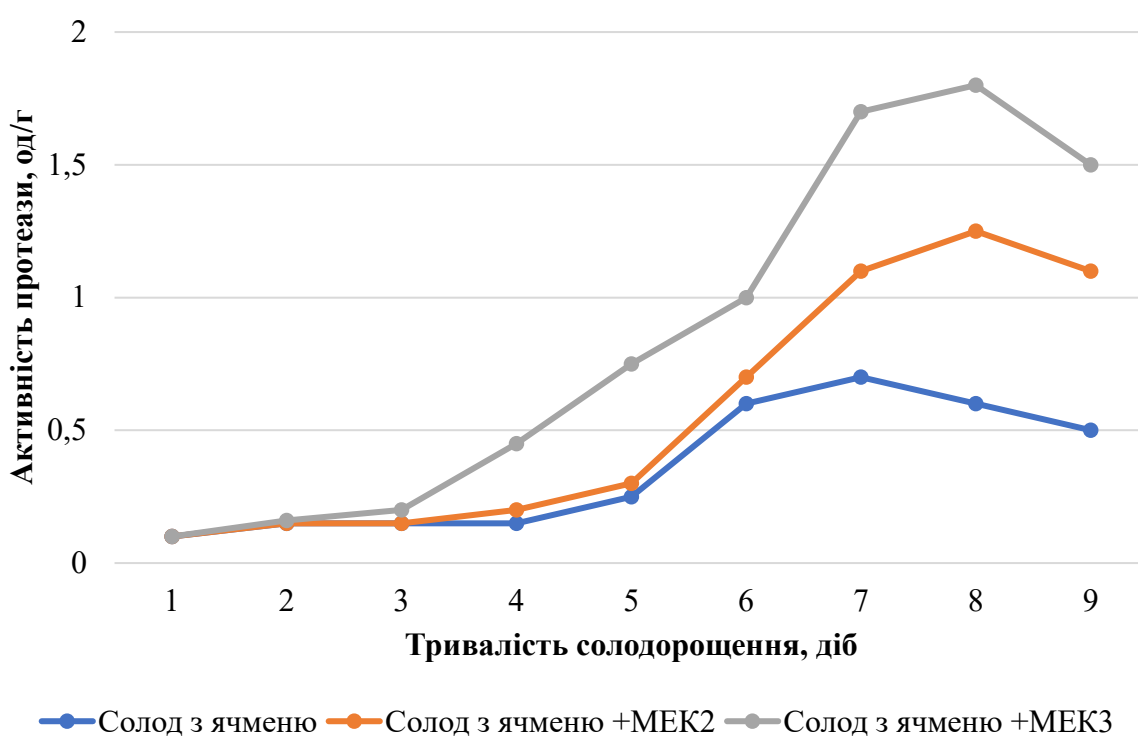


Рисунок 3.2 – Накопичення протеолітичної активності під час процесу пророщування солоду

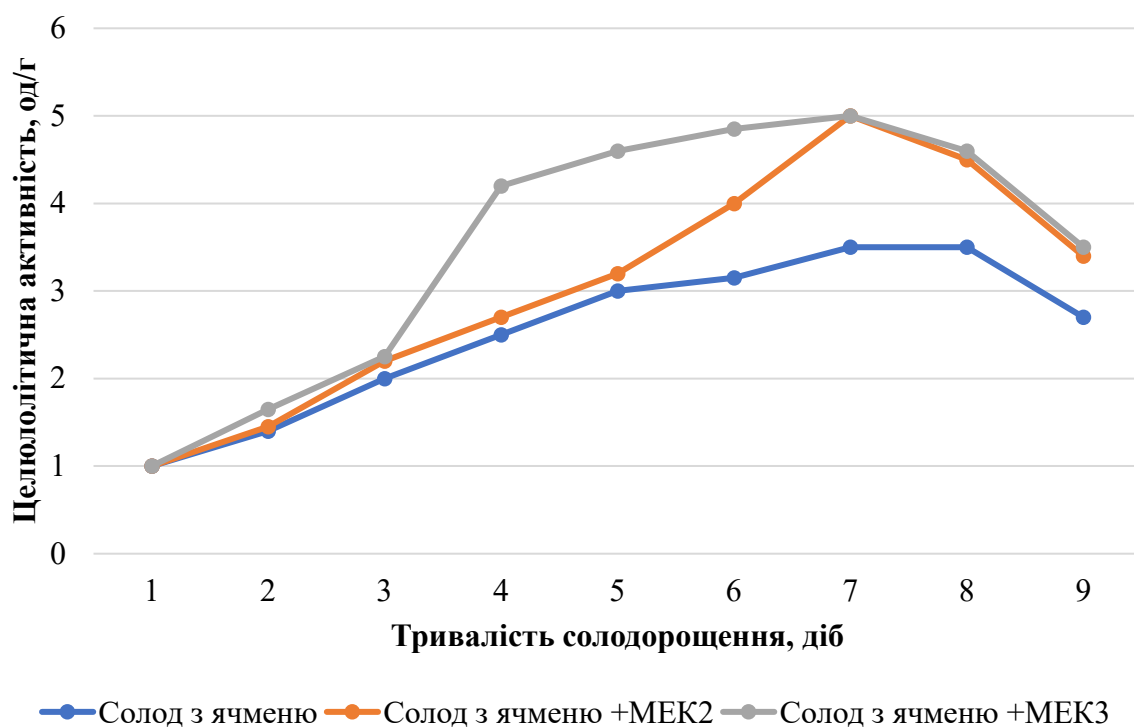


Рисунок 3.3 – Накопичення целюлолітичної активності під час процесу пророщування солоду

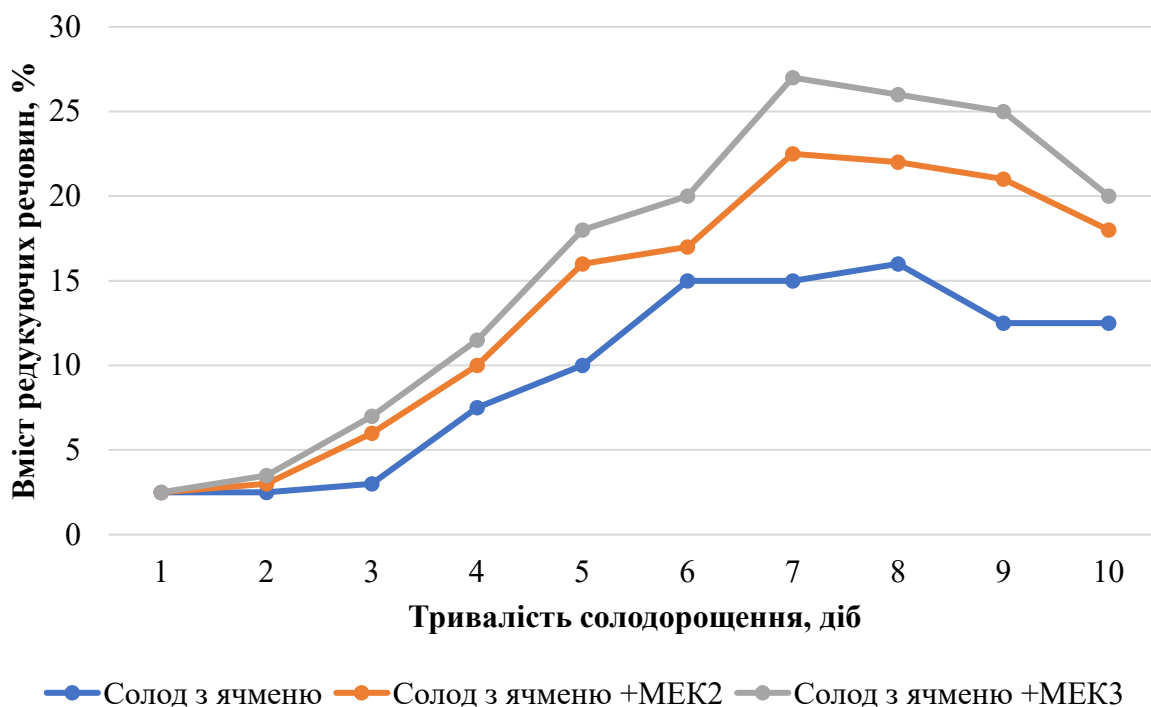


Рисунок 3.4 – Накопичення речовин, що редукують, під час процесу пророщування солоду

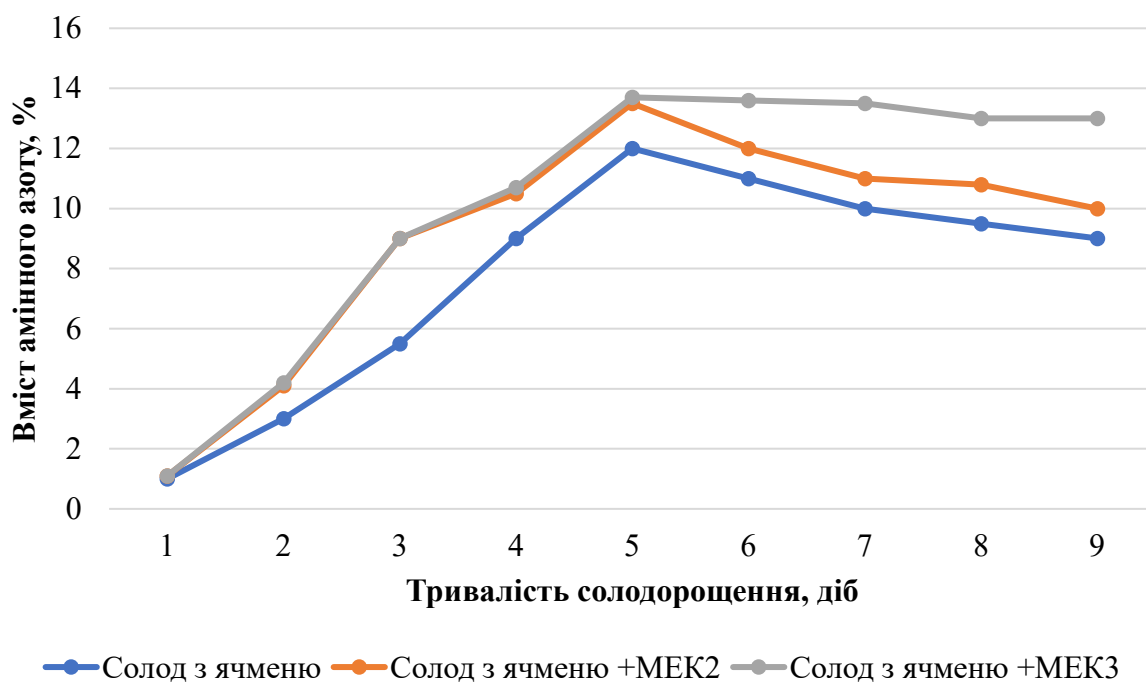


Рисунок 3.5 – Накопичення амінного азоту під час процесу пророщування солоду

На 7-му добу пророщування накопичення редукуючих речовин та амінокислот перевищує контрольне значення у солоду з ячменю, обробленого МЕК 2, на 48 та 30 % відповідно; у солоду з ячменю, обробленого МЕК 3 ці значення становлять 80 і 12 % відповідно. Зниження накопичення амінокислот у зразка солоду з ячменю, обробленого МЕК 3 можна пояснити найбільш активним процесом споживання зерном поживних речовин при проростанні.

За останні дві доби пророщування вміст редукуючих речовин і амінокислот знижується у солоду, отриманого з ячменю при його обробці МЕК 2, на 20 і 7 % відповідно, у солоду, отриманого з ячменю при його обробці МЕК 3 – 30 і 13 % відповідно; у контрольного солоду ці значення становлять 20 і 12 % відповідно.

З усього сказаного вище можна зробити висновок про те, що пророщування ячменю, обробленого МЕК 3, проходить більш інтенсивно в порівнянні з контрольним зразком і пророщеним ячменем, обробленим МЕК 2.

3.5 Дослідження зміни кількості редукуючих речовин та амінокислот у процесі сушіння темного солоду

Як відомо, поряд з процесами росту та дихання [20] протікають ферментативні процеси. Вони продовжуються і після фізіологічної стадії (40 – 45 °С): зародок зерна відмирає, але гідролітичні процеси продовжуються, і в солоді відбувається подальше накопичення продуктів розпаду вуглеводів і білків, які є вихідними речовинами для утворення речовин, що надають солоду колір, запах і смак. Активність ферментів спостерігається до 60 °С, при цьому виявляють свою активність амілолітичні та протеолітичні ферменти і меншою мірою ферменти, що діють на клітинні оболонки полісахаридів, в результаті чого відбувається помітне збільшення кількості фруктози, глюкози, сахарози і пентоз з низькою молекулярною масою, той час як кількість мальтози та мальтотріози залишається незмінною.

У фізіологічній, а потім і ферментативної фазі сушіння значно збільшується кількість майже всіх амінокислот, вміст яких після 12 год сушіння досягає свого максимуму.

При підвищенні температури та зниженні вологи в солоді дія протеолітичних ферментів поступово слабшає, але посилюється взаємодія цукрів та амінокислот. Тому вже через 17 – 18 год сушіння зменшення кількості амінокислот стає помітним і збільшується до кінця сушіння.

Тому цікавило простежити динаміку зміни концентрації цукрів і амінокислот протягом процесу сушіння (табл. 3.7, рис. 3.6 – 3.8). Пророщування проводили протягом 9 діб за загальноприйнятою технологією [31].

Як видно з даних табл. 3.7 та рис. 3.6 – 3.8, низькомолекулярні речовини протягом сушіння накопичуються при температурах сушіння 45 – 55 °С і більш активно у зразках солоду з ячменю, обробленого МЕК 2 і МЕК 3, що характеризує активні процеси ферментативного гідролізу крохмалю, гемміцелюлоз і білка.

Таблиця 3.7 – Динаміка накопичення редукуючих речовин і амінокислот при сушінні солоду

Зразок	Показник	Стадії						Готовий солод
		Пророщування, добу		Температура сушіння, °С				
		7	9	45	55	70	98	
Ячмінь	Вологість, %	46	46,1	42,0	18,1	10,0	7,2	4,9
Ячмінь+МЕК 2		46,8	46,9	42,1	17,9	10,3	7,0	3,9
Ячмінь+МЕК3		46,9	46,9	42,1	17,6	10,2	7,3	4,8
Ячмінь	Зміст амінокислот,% а. СР	10,56	9,2	30,2	27,7	19,4	9,6	1,96
Ячмінь+МЕК2		13,78	12,9	36,2	25,6	16,9	7,1	1,65
Ячмінь+МЕК3		11,78	10,3	38,2	22,8	15,6	6,3	0,79
Ячмінь	Зміст речовин, що редукують, % а. СР	15,5	12,2	25,2	27,6	21,8	11,2	14,0
Ячмінь+МЕК2		22,9	18,5	21,9	30,6	20,3	17,6	Н,1
Ячмінь+МЕК3		27,7	19,7	26,7	39,4	19,5	18,3	9,5
Ячмінь	Кількість годин сушіння, год	-	-	8	27	35	39	-
Ячмінь+МЕК2		-	-	8	27	35	39	-
Ячмінь+МЕК3		-	-	8	27	35	39	-

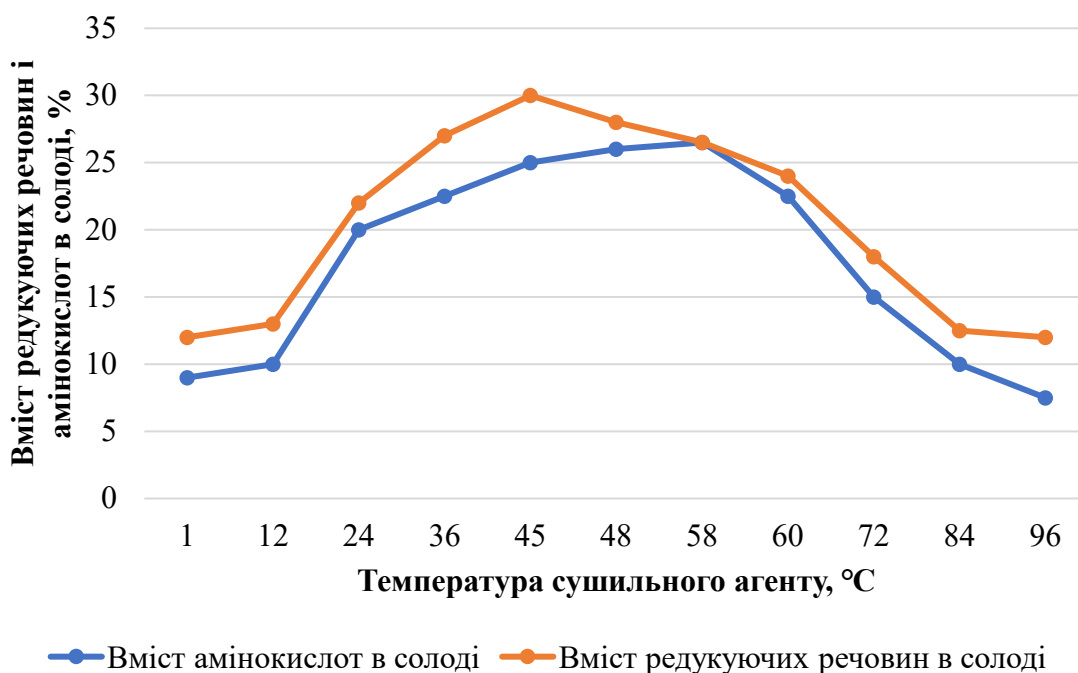


Рисунок 3.6 – Динаміка зміни концентрації амінокислот і редууючих речовин при сушінні солоду з ячменю

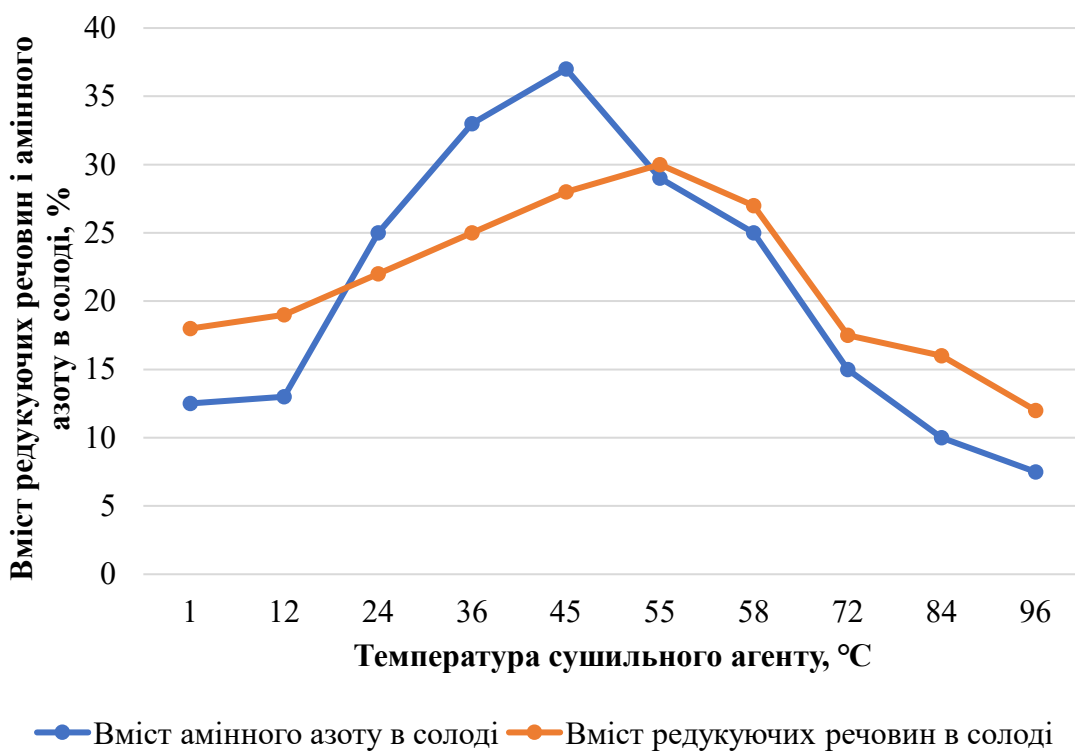


Рисунок 3.7 – Динаміка зміни концентрації амінокислот та редууючих речовин при сушінні солоду з ячменю, обробленого МЕК 2

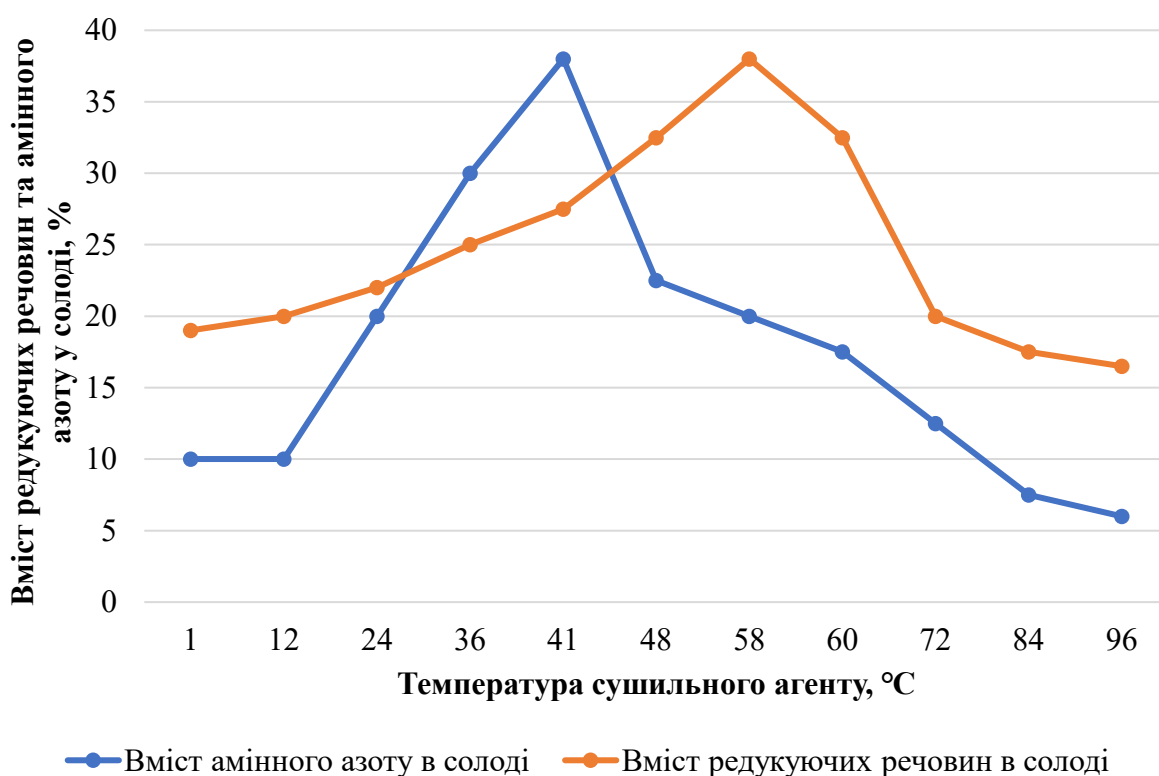


Рисунок 3.8 – Динаміка зміни концентрації амінокислот та редукуючих речовин при сушінні солоду з ячменю, обробленого МЕК 3

Однак, вже при температурі 55 °C кількість редукуючих речовин збільшується, а кількість амінокислот зменшується, що можна пояснити процесами росту та дихання солоду: амінокислоти витрачаються на утворення запасного білка, а також на побудову вегетативних органів пророслого зерна.

Також необхідно відзначити, що при 55 °C і вище солод, отриманий із застосуванням МЕК 3, активніше витрачає амінокислоти та цукру в процесі сушіння.

При температурі 70 °C кількість низькомолекулярних речовин знижується значно: втрати редукуючих речовин становлять 20 %, а амінокислот – 36 % порівняно з максимально накопиченою кількістю контрольного зразка, на 34 і 53 % відповідно у солоду, отриманого із застосуванням МЕК 2, на 50 і 60 % у солоду, отриманого із застосуванням МЕК 3.

При температурі 98 °C втрати низькомолекулярних речовин складають 60 % по редукуючих речовин і 68 % по амінокислотах у контролю, 40 і 80 % – у солоду,

отриманого із застосуванням МЕК 2, 50 і 85 % – у солоду, отриманого із застосуванням МЕК 3. Даний період сушіння можна охарактеризувати активною реакцією меланоїдиноутворення, на яку витрачається значна кількість цукрів і амінокислот.

Можна відзначити, що основна кількість низькомолекулярних речовин, відповідальних за аромат і колір темного солоду, зерно, що проросло, накопичує в процесі сушіння протягом ферментативної стадії. Кількість цих низькомолекулярних речовин збільшується на 80 % у разі редуруючих речовин і в 3 рази у разі амінокислот при порівнянні кількості накопичених речовин на 7 добу пророщування та кількості цих сполук при температурі сушіння 45 °С у контрольного зразка, на 33 % (у порівнянні з кількістю цукрів, накопичених у солоді при 55 °С) та в 2,6 рази відповідно у солоду, отриманого з ячменю із застосуванням МЕК 2, на 43 % (у порівнянні з кількістю цукрів, накопичених у солоді при 55 °С) та у 3 2 рази у солоду, отриманого з ячменю із застосуванням МЕК 3.

3.7 Визначення ефективного режиму солодоріння та сушіння

Як впливає з отриманих даних приведених в табл. 3.6, на 7 – 9 добу пророщування знижується кількість амінокислот, необхідних для протікання реакції меланоїдиноутворення. Необхідно також відзначити, що при тривалості процесу пророщування солоду 9 діб величина паростків перевищує норму, що пояснює зниження рівня амінокислот при пророщуванні. Тому було прийнято рішення знизити тривалість процесу до 7 діб, щоб уникнути втрат екстрактивних речовин, а також сушити солод і за стандартною технологією протягом 2 діб і за дослідним способом – протягом 1 доби за режимом.

Фізико-хімічні показники солоду, отриманого за різними технологічними режимами, представлені в таблицях 3.8 – 3.10.

Таблиця 3.8 – Показники ячмінного солоду, отриманого за різної тривалості пророщення солоду (контроль)

Показники		Умови виробництва солоду			
		7 діб пророщування		9 діб пророщування	
		2 доби сушіння	1 добу сушіння	2 доби сушіння	1 добу сушіння
Вологість, %		4,8	5,0	4,8	5,0
Вихід солоду, %		80,9	82,3	75,8	78,6
Вихід паростків, %		10,7	11,3	12,4	13,1
Екстрактивність, %		76,5	80,6	72,5	75,6
Кислотність, к. од.		20,6	35,4	18,8	24,3
Кольоровість, ц.од.		1,5	1,9	1,3	1,1
Вміст меланоїдинів, мг/100 г екстракту		29,1	34,5	28,7	22,5
Вміст, %	редукуючих речовин	22,6	23,0	14,0	18,6
	амінного азоту	2,0	2,5	1,9	2,1

Таблиця 3.9 – Показники солоду, отриманого при різній тривалості пророщування солоду, з ячменю, обробленого МЕК 2

Показники		Умови виробництва солоду			
		7 діб пророщування		9 діб пророщування	
		2 доби сушіння	1 добу сушіння	2 доби сушіння	1 добу сушіння
1		2	3	4	5
Вологість, %		4,7	4,8	4,6	4,8
Вихід солоду, %		80,9	81,4	78,8	80,7
Вихід паростків, %		4,9	5,6	8,8	10,8
Екстрактивність, %		79,5	80,8	77,9	80,4
Кислотність, к. од.		22,5	29,8	19,7	17,5

Продовження табл. 3.9

1		2	3	4	5
Кольоровість, ц.од.		4,1	4,3	2,5	3,0
Вміст меланоїдинів, мг/100г екстракту		69,7	71,9	43,8	53,1
Вміст, %	редуючих речовин	21,0	22,8	11,5	18,0
	амінного азоту	2,2	2,5	1,7	2,3

Таблиця 3.10 – Показники солоду, отриманого за різної тривалості процесу пророщування, з ячменю, обробленого МЕК 3

Показники	Умови виробництва солоду				
	7 діб пророщування		9 діб пророщування		
	2 доби сушіння	1 добу сушіння	2 доби сушіння	1 добу сушіння	
Вологість, %	4,7	4,8	4,7	4,9	
Вихід солоду, %	81,3	82,3	77,6	78,1	
Вихід паростків, %	3,9	5,7	8,4	11,9	
Екстрактивність, %	80,1	81,5	79,3	81,2	
Кислотність, к. од.	22,4	29,3	14,1	Н,9	
Кольоровість, ц. од.	11,8	12,7	3,2	4,1	
Вміст меланоїдинів, мг/100г екстракту	199,4	212,5	53,8	68,5	
Вміст, %	редуючих речовин	9,8	8,0	9,5	10,1
	амінного азоту	0,73	0,4	0,8	1,8

Як свідчать дані табл. 3.8 – 3.10, темний солод, отриманий за прискореною технологією, тобто за 7 діб пророщування і 1 добу сушіння, має кращі фізико-хімічні показники в цілому в порівнянні з солодом, отриманим за стандартною технологією, у всіх випадках. Тобто прискорений спосіб виробництва дозволяє покращити основний показник темного солоду – його кольоровість. Це можна пояснити, виходячи зі скорочення терміну пророщування на дві доби, оскільки

показали дослідження, саме на 7-му добу відбувається максимальне накопичення низькомолекулярних речовин, які при подальшому пророщуванні витрачаються на ріст та дихання зерна.

Скороченням термінів пророщування та сушіння можна також пояснити підвищення виходу солоду та його екстрактивності при використанні прискореної технології.

Далі слід було оцінити якість солоду, отриманого за прискореною технологією.

На рис. 3.9 – 3.11 представлена порівняльна характеристика екстрактивності, кольоровості, вмісту меланоїдинів, редукуючих речовин та амінокислот солоду при застосуванні різних МЕК при замочуванні. Показник кольоровості, виражений у одиницях кольору, відповідає значенням кольоровості в одиницях EBC.

Найкращими значеннями за всіма зазначеними показниками має солод, отриманий із застосуванням МЕК 3 порівняно з контролем і солодом, отриманим при застосуванні МЕК 2 (рис. 3.9 – 3.11 і табл. 3.8 – 3.10).

Отже, для більш активної дії ферментів на зерно протягом процесу замочування при отриманні темного солоду необхідно таким чином складати МЕК або застосовувати ферментний препарат, щоб за чисельними значеннями одиниць активності протеолітичні та амілолітичні ферменти переважали над цитолітичними. Ймовірно, це пов'язано з впливом протеолітичних ферментів на білові речовини зерна, які, як відомо, входять у мембрану насінневої оболонки, поряд з целюлозою, і з припливом замкової води та розчинених у ній препаратів можуть у невеликій мірі гідролізуватися, прискорюючи приплив води до зародка в початковий момент, тим самим ініціюючи ростові процеси всередині зерна.

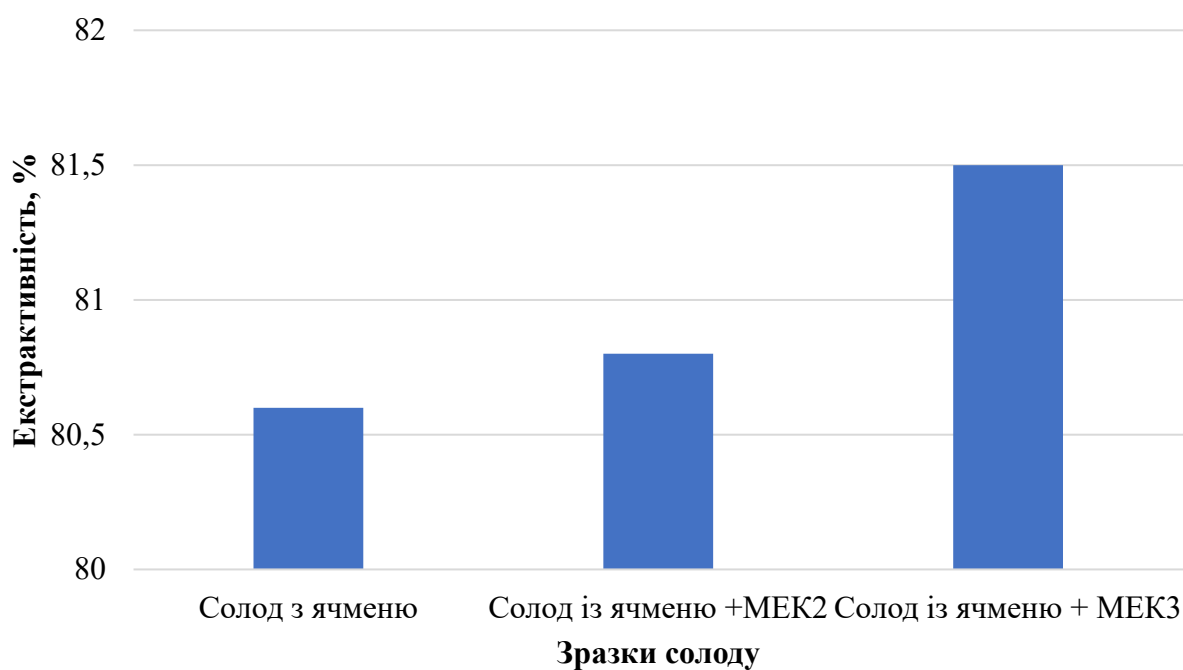


Рисунок 3.9 – Залежність екстрактивності солоду від МЕК

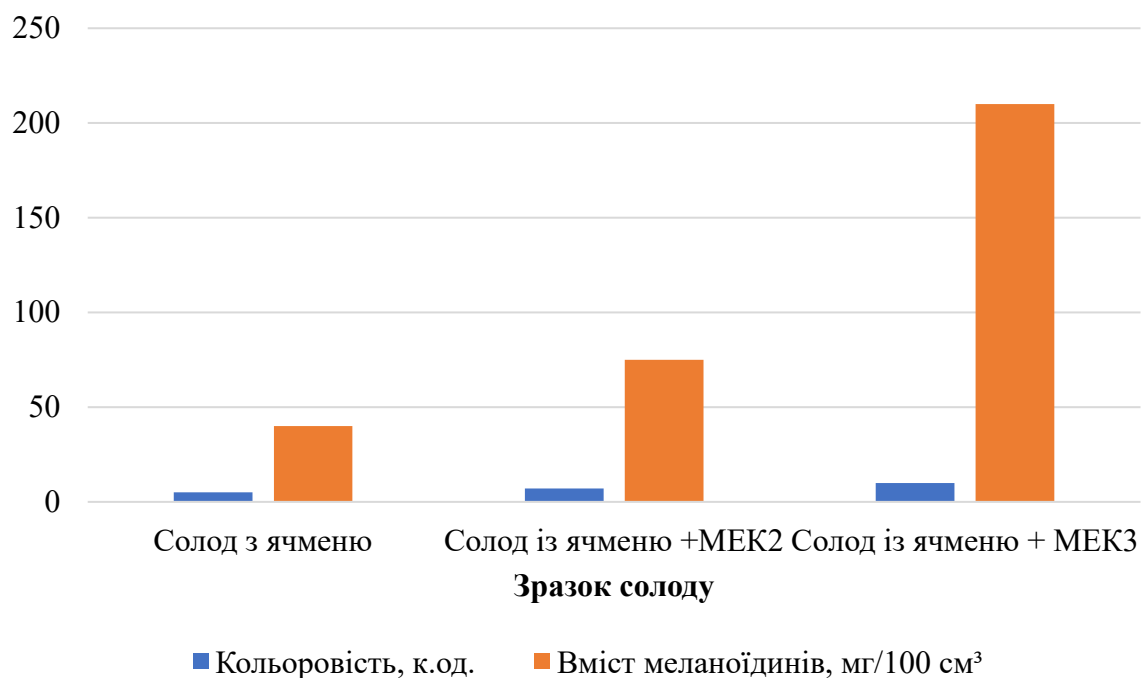


Рисунок 3.10 – Вплив МЕК на кольоровість та вміст меланоїдинів у солоді

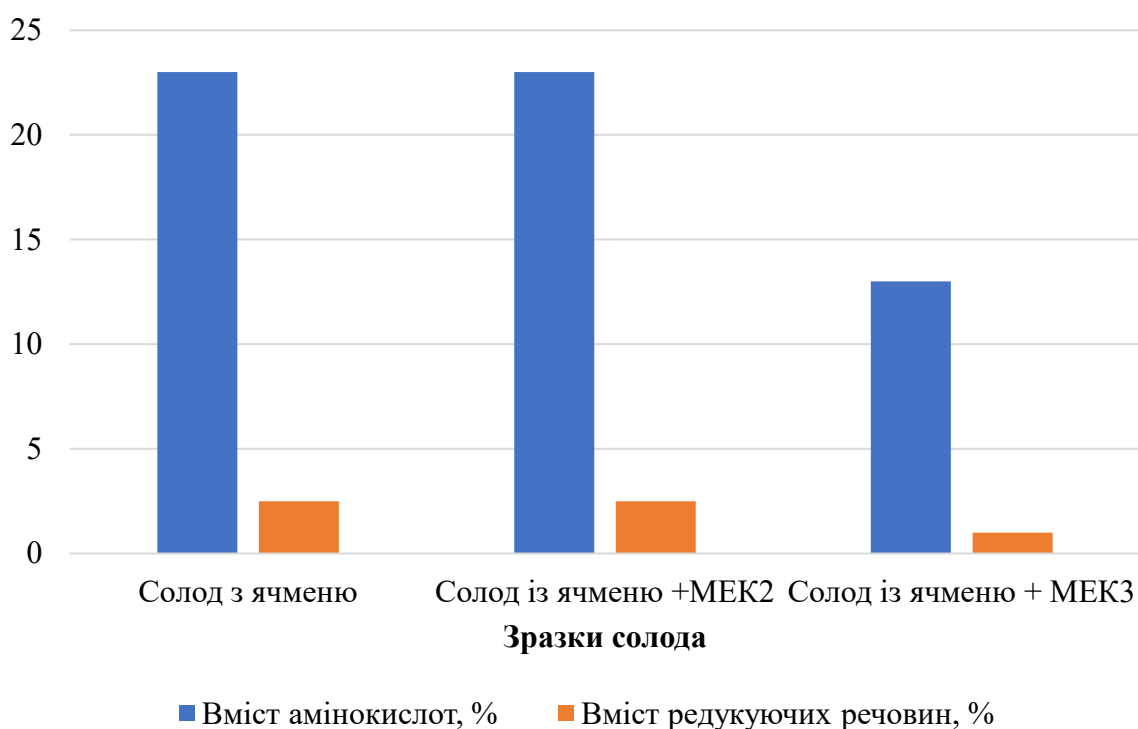


Рисунок 3.11 – Вплив МЕК на вміст редукуючих речовин та амінокислот

Отримані результати пояснюють високі показники якості солоду, отриманого із застосуванням МЕК 3: скорочена тривалість пророщування (7 діб) зерна дає можливість зберегти низькомолекулярні речовини, які не витрачаються зерном на ростові процеси, внаслідок чого забезпечується висока екстрактивність, кольоровість, вміст меланоїдинів. Низький вміст редукуючих речовин та амінокислот пояснюється їх активною участю у реакції утворення меланоїдинів.

Найважливішим показником темного солоду є кольоровість. За літературними даними [35], отриманий солод відповідає за кольоровістю мюнхенському темному солоду фірми «Weyermann-Maltz», а також віденському темному солоду фірми «Malteries Franco-Beges» які нині використовуються для виробництва темних сортів пива.

Для порівняння якісних показників характеристика солодів наведена у табл. 3.11. Як свідчать отримані дані, отриманий солод переважно відповідає вимогам ДСТУ та показникам двох типів солодів закордонного виробництва.

Таблиця 3.11 – Фізико-хімічні показники вітчизняного солоду за ДСТУ, віденського солоду та отриманого солоду дослідним шляхом

Показники	Зразок		
	Темний солод за ДСТУ	Віденський солод	Дослідний темний солод
Масова частка вологи, %	менше 5	4,5	4,8
Білок, %	-	не більше 11,5	12,3
Амінний азот, мг/дм ³	-	-	381
Кольоровість, од. ЄВС	8 – 20	10 – 20	12,7
Екстрактивність, %	понад 74	понад 79,5	81,5
Вирівняність (сума на ситах 2,8 та 2,5мм), %	-	більше 90	91

Висновки до розділу

Встановлено, що найбільш ефективна концентрація ферментного препарату склала 0,1 % до маси замоченого ячменю, оскільки саме в цьому випадку найбільш висока енергія та здатність проростання, що свідчить про рівномірність зміни ендосперму та вища активність амілазу солоду.

Встановлено, що застосування ферментного препарату в кількості 0,1 % призводить до збільшення розчинення ендосперму і підвищення проростання зерна та амілолітичної активності солоду різною мірою: застосування Біоглюкенази, що містить у собі комплекс цитолітичних ферментів, дозволяє збільшити проростання зерна на 5 % і амілолітичну активність на 70 % порівняно з контролем, застосування Нейтрази, що володіє протеолітичною активністю, збільшує проростання на 3,5 % і активність амілази – на 35 %, а введення Глюкозиму, що містить комплекс амілолітичних ферментів, у тому числі пулуланазу, підвищує проростання ячменю на 1,5 % та амілолітичну активність – на 21 %.

Застосування біокатализаторів різної дії виявило незбалансованість їх дії на зерно, що пророщується: застосування вищевказаних біокатализаторів призводить

до втрати низькомолекулярних речовин зерна, внаслідок чого вони не накопичуються в зерні, а витрачаються на процеси росту і дихання, що негативно впливає на утворення меланоїдинів. Тому було вирішено скласти з них мультиензимні композиції – МЕК з різним співвідношенням біокаталізаторів (табл. 3.4) для виявлення найбільш ефективної дії МЕК.

Доведено, що доцільне використання при замочуванні та пророщуванні МЕК 2 і МЕК 3, оскільки солод, отриманий при застосування даних МЕК мав найбільшу амілолітичну активність (вище на 27 % у разі застосування МЕК 2 і 60 % у разі застосування МЕК 3 порівняно з контролем). Також за вмістом амінного азоту і цукрів у отриманому солоді застосовувані МЕК найбільше перевищують як контрольні значення, так і значення дослідних зразків.

З усього сказаного вище можна зробити висновок про те, що пророщування ячменю, обробленого МЕК 3, проходить більш інтенсивно в порівнянні з контрольним зразком і пророщеним ячменем, обробленим МЕК 2.

Отримані результати пояснюють високі показники якості солоду, отриманого із застосуванням МЕК 3: скорочена тривалість пророщування (7 діб) зерна дає можливість зберегти низькомолекулярні речовини, які не витрачаються зерном на ростові процеси, внаслідок чого забезпечується висока екстрактивність, кольоровість, вміст меланоїдинів. Низький вміст редуруючих речовин та амінокислот пояснюється їх активною участю у реакції утворення меланоїдинів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Організація охорони праці в ТОВ «Горизонт»

Відповідальність за стан охорони праці в ТОВ «Горизонт» несе директор. Загальна кількість працівників складає 30 чоловік. У відповідності з законом України про Охорону праці директор створив на підприємстві службу з охорони праці. Наказом призначив інженера з охорони праці (за сумісництвом), 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.

У відповідності з Типовим положенням про навчання та перевірку знань з питань охорони праці в товаристві встановлено порядок і види навчань з охорони праці робітників та службовців.

Засобами індивідуального захисту та спецодягом працюючі забезпечені не у повному обсязі. Спецодяг видається щорічно, засоби індивідуального захисту – у встановленому порядку.

Стан промислової санітарії задовільний. Працюючі забезпечені переодягальними, душовими, а також миючими засобами. Фінансування проводиться за рахунок господарства. Працівники не несуть ніяких матеріальних витрат на заходи з охорони праці.

На кожне робоче місце на підприємстві складена карта умов праці. Карта складається в двох екземплярах, що зберігаються у керівника структурного підрозділу.

4.2 Аналіз стану охорони праці в ТОВ «Горизонт»

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

$$K_{cn}^c = \frac{K_{\partial} + K_{\bar{o}} + K_{\text{enp}}}{3} \leq 1 \quad (4.1)$$

Розраховуємо коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці:

$$K_{\partial} = \frac{C_{\partial}}{C}, \quad (4.2)$$

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

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

C – загальна кількість працівників.

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

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

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

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

Розраховуємо коефіцієнт технічної безпеки обладнання:

$$K_{\bar{o}} = \frac{n_{\bar{o}o}}{n}, \quad (4.3)$$

де $K_{\bar{o}}$ – коефіцієнт технічної безпеки обладнання;

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

n – загальна кількість обладнання.

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

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

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

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

Розраховуємо коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці:

$$K_{впр} = \frac{m_{cp}}{m}, \quad (4.4)$$

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

m_{cp} – кількість фактично виконаних запланованих робіт з охорони праці;

m – загальна кількість запланованих робіт за певний відрізок часу.

$$K_{впр 2020} = \frac{6}{6} = 1,0;$$

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

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

Коефіцієнт рівня охорони праці дорівнює:

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

$$K_{cn2021}^u = \frac{0,97 + 0,87 + 0,86}{3} = 0,90;$$

$$K_{cn2022}^u = \frac{0,90 + 0,94 + 0,83}{3} = 0,89.$$

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

4.3 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань

З метою розробки заходів по запобіганню нещасних випадків на підприємстві необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини.

Для кількісної характеристики виробничого травматизму використовують такі показники:

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{ч2021} = \frac{T}{P} \cdot 1000 = \frac{1}{30} \cdot 1000 = 33,3 \quad (4.5)$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{m2021} = \frac{Д}{T} = \frac{36}{1} = 36 \quad (4.6)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу від травматизму:

$$K_{n2021} = \frac{Д}{P} \cdot 1000 = \frac{36}{30} \cdot 1000 = 1200 \quad (4.7)$$

де T – кількість нещасних випадків за досліджуваний період;

P – середньоспискова кількість працівників, чол;

D – сумарна втрата днів працездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Основні показники виробничого травматизму та захворювань наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні показники травматизму та захворювань в ТОВ «Горизонт» за 2020 – 2022 роки

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

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

4.4 Розрахунок системи заземлення технологічного обладнання цеху

Так, як обладнання в цеху з виробництва солоду працює в умовах підвищеної вологості ми пропонуємо зробити перевірочний розрахунок системи заземлення технологічного обладнання цеху.

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту з урахуванням сезонних змін:

$$\rho_{\epsilon} = \rho_{zp} \cdot k_c^{\epsilon} = 60 \cdot 1,8 = 108 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (4.8)$$

де ρ_{zp} – питомий опір ґрунту, згідно завдання $\rho_{zp} = 60 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;

k_c^{ϵ} – коефіцієнт сезону, приймаємо 1,8.

Визначаємо опір одиночного вертикального електрода, Ом:

$$R_{\epsilon} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\epsilon}}{L} \cdot \left[\lg \left(\frac{2L}{d} \right) + 0,5 \lg \left(\frac{4S + L}{4S - L} \right) \right], \quad (4.9)$$

де S – відстань від денної поверхні до середини вертикально розташованого електрода, м.

$$S = t_0 + 0,5L = 0,8 + 0,5 \cdot 2,6 = 2,1 \text{ м} \quad (4.10)$$

Тепер

$$R_{\epsilon} = \frac{0,366 \cdot 108}{2,6} \cdot \left[\lg \left(\frac{2 \cdot 2,6}{0,7} \right) + 0,5 \lg \left(\frac{4 \cdot 2,1 + 2,6}{4 \cdot 2,1 - 2,6} \right) \right] = 15,3 \text{ Ом.}$$

Визначаємо приблизну кількість електродів n_0 , приймаючи коефіцієнт використання вертикальних електродів $\eta_{\epsilon} = 1$ і припустимий опір заземлюючого обладнання $R_{\delta} = 4 \text{ Ом}$:

$$n_0 = \frac{R_{\epsilon}}{\eta_{\epsilon} \cdot R_{\delta}} = \frac{15,3}{1 \cdot 4} = 3,82 \text{ штук} \quad (4.11)$$

Проведемо перевірочний розрахунок необхідної кількості вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{R_e}{\eta_e \cdot R_d} = \frac{15,3}{0,6 \cdot 4} = 6,37 \text{ штук}$$

Приймаємо кінцеву кількість електродів яка складає 7 штук і позначається $n_{e.ост.}$, коефіцієнт використання вертикальних електродів $\eta_{e.ост.} = 1$ і визначаємо довжину горизонтальної з'єднувальної смуги L_z .

Довжина горизонтальної з'єднувальної смуги при розташуванні електродів в ряд визначаємо за формулою:

$$L_z = 1,05 \cdot a \cdot (n_{e.ост.} - 1) = 1,05 \cdot 2,6 \cdot (7 - 1) = 16,38 \text{ м.} \quad (4.12)$$

Визначаємо опір горизонтальної смуги:

$$R_z = \left(\frac{0,366 \cdot \rho_z}{L_z} \right) \cdot 0,51 \lg \left(\frac{2 \cdot L_z^2}{b \cdot t_0} \right), \quad (4.13)$$

де ρ_z – розрахунковий опір для горизонтальної смуги.

$$\rho_z = \rho_{zp} \cdot k_c^z = 60 \cdot 4 = 240 \text{ Ом} \quad (4.14)$$

де k_c^z – коефіцієнт клімату для горизонтальної смуги.

Тепер,

$$R_z = \left(\frac{0,366 \cdot 240}{16,38} \right) \cdot 0,51 \lg \left(\frac{2 \cdot 16,38^2}{0,07 \cdot 0,8} \right) = 10,6 \text{ Ом}$$

Визначаємо сумарний опір контуру заземлення:

$$R_{\text{сум}} = \frac{(R_g \cdot R_z)}{(R_g \cdot \eta_z + n_{\text{в.осм.}} \cdot R_z \cdot \eta_{\text{в.осм.}})} = \frac{(15,3 \cdot 10,6)}{(15,3 \cdot 0,62 + 7 \cdot 10,6 \cdot 0,6)} = 3,0 \text{ Ом} \quad (4.15)$$

де η_z – коефіцієнт використання горизонтальної смуги.

Згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 7 штук довжиною по 2,6 м, довжина з'єднувальної смуги складає 16,38 м, електроди розставлені в ряд, сумарний опір контуру заземлення складає 3,0 Ом.

Отже, можемо зробити висновок, що розрахунки зроблено вірно, адже виконується умова $3,0 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$.

Схема системи заземлення електрообладнання цеху з первинної обробки зерна гречки приведена на рисунку 4.1.

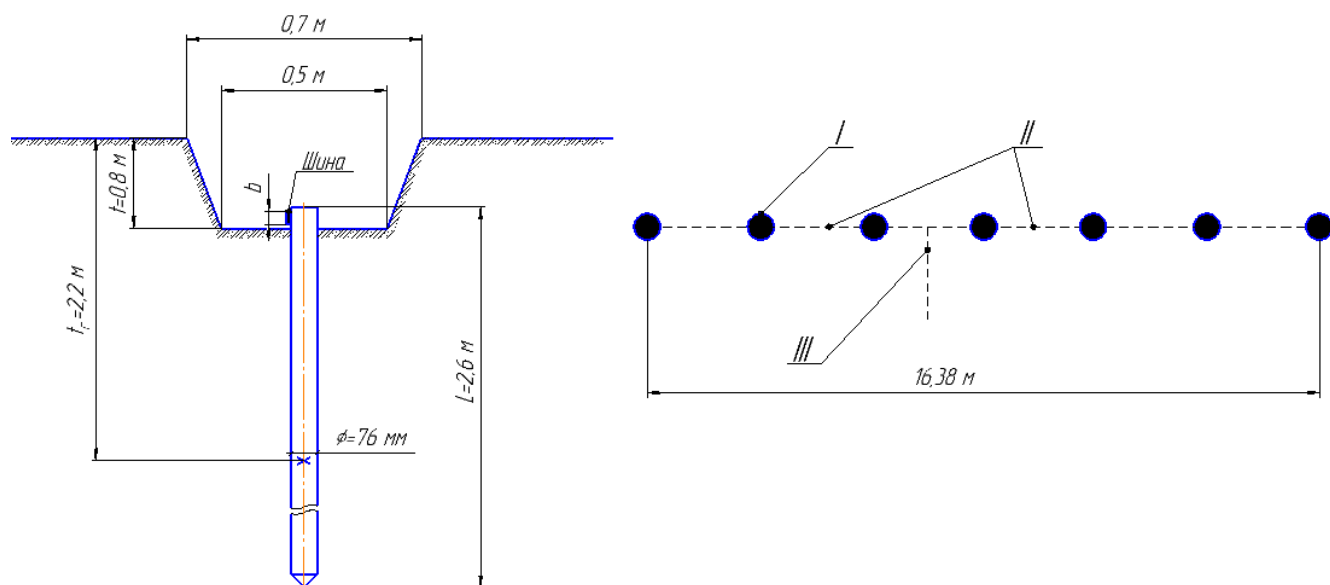


Рисунок 4.1 – Схема системи заземлення електрообладнання цеху з виробництва ячмінного темного солоду

I – електрод заземлення; II – шина; III – провідник заземлення.

Висновки до розділу

Приведено особливості організації та аналіз стану рівня охорони праці в ТОВ «Горизонт», розраховано показники виробничого травматизму. Виконано перевірочний розрахунок системи заземлення цеху з виробництва солоду, згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 7 штук довжиною по 2,6 м, довжина з'єднувальної смуги складає 16,38 м, електроди розставлені в ряд, сумарний опір контуру заземлення складає 3,0 Ом.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення експериментального дослідження

Метою проведених експериментальних досліджень є обґрунтування технології виробництва темного солоду із застосуванням біокаталізаторів.

Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування процесу виробництва темного солоду наведений у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення наукових досліджень

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір та обґрунтування напрямку наукових досліджень	2
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	12
3-4	Розробка алгоритму науково-дослідних робіт	3
4-5	Опис методик проведення наукових досліджень	6
5-6	Моделювання процесу	2
6-7	Вибір дози компонентів рецептури	6
7-8	Визначення основних технологічних параметрів процесу	4
7-9	Дослідження якісних характеристик отриманого продукту	3
7-10	Оцінка складу та властивостей отриманого продукту	4
8-11	Обробка даних експериментальних дослідження	3
9-11		1
10-11		2
11-12	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	10

У відповідності до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, який забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 5.1).

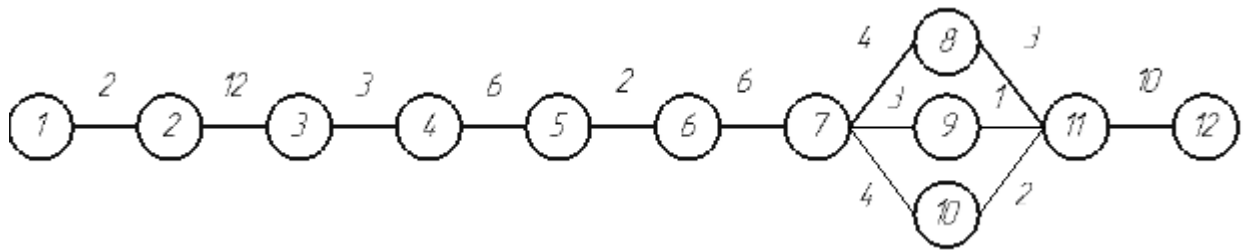


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Отримані результати приведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Зерно ячменю, кг	5	100	500,00
Біокаталізатори, упаковка	3	30	45,00
Всього			545,00

Результати розрахунку заробітної плати учасників експериментальних досліджень наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Керівник робіт	8310	49,40	15	742,00
Всього				742,00

Нарахування на заробітну плату розраховуємо за формулою:

$$H = \frac{742,00 \cdot 22}{100} = 164,02 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу солодовні:

$$E_1 = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 2 \cdot 1,68 = 7,56 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу комп'ютера:

$$E_2 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 248 \cdot 1,68 = 262,48 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 = 7,56 + 262,48 = 271,04 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Солодовня	2480,30	10	0,25	0,17
Персональний комп'ютер	10200,00	24	31	207,91
Всього				209,08

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:

$$\frac{(742,00 \cdot 80)}{100} = 593,80 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат приведений в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	545,00
Заробітна плата	742,00
Нарахування на заробітну плату	164,02
Електроенергія	271,04
Амортизація	209,08
Накладні витрати	593,80
Всього	2524,94

У відповідності до проведених розрахунків, найбільшими витратами є витрати на заробітну плату і накладні витрати.

5.3 Розрахунок кінцевої вартості досліджень

Вартість досліджень розраховується за формулою:

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2524,94 + \frac{30 \cdot 2524,94}{100} = 3282,42 \text{ грн.}$$

Загальна вартість досліджень складає 3282,42 грн.

Висновки до розділу

Згідно до проведених розрахунків, під час проведення експериментальних досліджень найбільшими статтями витрат є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн відповідно. Загальна вартість дослідження складає 3282,42 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що у вітчизняному виробництві солоду важко здійснити ефективну технологію темного солоду, особливо, наявному устаткуванні, тому було запропоновано провести дослідження щодо обґрунтування технології виробництва темного ячмінного солоду із застосуванням біокатализаторів.

Встановлено, що застосування ферментного препарату в кількості 0,1 % призводить до збільшення розчинення ендосперму і підвищення проростання зерна та амілолітичної активності солоду різною мірою: застосування Біоглюканази, що містить у собі комплекс цитолітичних ферментів, дозволяє збільшити проростання зерна на 5 % і амілолітичну активність на 70 % порівняно з контролем, застосування Нейтрази, що володіє протеолітичною активністю, збільшує проростання на 3,5 % і активність амілази – на 35 %, а введення Глюкозиму, що містить комплекс амілолітичних ферментів, у тому числі пулуланазу, підвищує проростання ячменю на 1,5 % та амілолітичну активність – на 21 %.

Застосування біокатализаторів різної дії виявило незбалансованість їх дії на зерно, що пророщується: застосування вищевказаних біокатализаторів призводить до втрати низькомолекулярних речовин зерна, внаслідок чого вони не накопичуються в зерні, а витрачаються на процеси росту і дихання, що негативно впливає на утворення меланоїдинів. Тому було вирішено скласти з них мультиензимні композиції – МЕК з різним співвідношенням біокатализаторів (табл. 3.4) для виявлення найбільш ефективної дії МЕК.

Доведено, що доцільне використання при замочуванні та пророщуванні МЕК 2 і МЕК 3, оскільки солод, отриманий при застосуванні даних МЕК мав найбільшу амілолітичну активність (вище на 27 % у разі застосування МЕК 2 і 60 % у разі застосування МЕК 3 порівняно з контролем).

Встановлено, що кількість цих низькомолекулярних речовин збільшується на 80 % у разі редукуючих речовин і в 3 рази у разі амінокислот при порівнянні кількості накопичених речовин на 7 добу пророщування та кількості цих сполук при температурі сушіння 45 °С у контрольного зразка, на 33 % (у порівнянні з

кількістю цукрів, накопичених у солоді при 55 °С) та в 2,6 рази відповідно у солоду, отриманого з ячменю із застосуванням МЕК 2, на 43 % (у порівнянні з кількістю цукрів, накопичених у солоді при 55 °С) та у 3 2 рази у солоду, отриманого з ячменю із застосуванням МЕК 3.

Приведено особливості організації та аналіз стану рівня охорони праці в ТОВ «Горизонт», розраховано показники виробничого травматизму. Виконано перевірочний розрахунок системи заземлення цеху з виробництва солоду, згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 7 штук довжиною по 2,6 м, довжина з'єднувальної смуги складає 16,38 м, електроди розставлені в ряд, сумарний опір контуру заземлення складає 3,0 Ом.

Згідно до проведених розрахунків, під час проведення експериментальних досліджень найбільшими статтями витрат є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн відповідно. Загальна вартість дослідження складає 3282,42 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Олексійчева Є.Ю. Чинники підвищення конкурентоспроможності пивоварних підприємств. Пиво та напої, 4, 2005. – С. 8 – 10.
2. Андрєєв Н.Р., Філіппова Н.І. Дослідження процесу замочування ячменю для руйнування його структури під час виробництва крохмалю. Зберігання та переробка сільгоспсировини, 8, 1997. – С.24 – 25.
3. Андрєєва О.В., Жашко К.Т., Тартаковська І.Е. Вплив біологічно активних речовин на якість світлого ячмінного пивоварного солоду. Пиво та напої, 4, 1999. – С.20 – 22.
4. Базарнова Ю.Г., Колодязна В.С., Дмитрієва І.В. Дослідження антиоксидантної активності фітодобавок флавоноїдної природи у молочному жирі харчових продуктів при холодному зберіганні. – Зберігання та переробка сільгоспсировини, 11, 2003. – С. 48 – 51.
5. Болотов Н.А., Ішков В.І., Сербулов Ю.С. Вплив температурних режимів пророщування азотистих речовин солоду. Легка та харчова промисловість, №3, 1994. – С.29 – 31.
6. Вассерман Л.А., Сотнікова Є.В., Кисельова В.І. Оцінка параметрів процесу ферментативного гідролізу желатинізованих крохмалів, виділених із пшениці, гороху та ячменю з різним вмістом амілози. Зберігання та переробка сільгоспсировини, 11, 2003. – С.35 – 38.
7. Востриков С.В., Яковлев А.М., Бушин М.А. Вплив різних факторів на накопичення амінного азоту у процесі водно-теплової обробки зернової сировини. Зберігання та переробка сільгоспсировини, 10, 2004. – С.34 – 35.
8. Верхотуров В.В., Топорищева В.К. Зміна антиоксидантного статусу ячменю під час виробництва пивоварного солоду. Вісті вузів. Харчова технологія, 5 – 6, 2004. – С. 30 – 31.
9. Верхотуров В.В., Топорищева В.К., Лобова Н.В. Окисні процеси та антиоксидантна система при анаеробному солодощенні ячменю. Зберігання та переробка сільгоспсировини, 8, 2004. – С.9-12.

10. Главарданов Р. Ферменти мікробіологічного походження – покращувачі фільтрування сусла та пива. Пиво та напої, 1, 2004. – С.32 – 34.
11. Гусєва Т. Промисловий досвід застосування ферментних препаратів компанії «Енде Індастріал Корпорейшн». Лікєро-горілчанє виробництво та виноробство, 1, 2001. – С. 4 – 6.
12. Дамдісурєн А., Фараджева О.Д., Вострикова С.В Ферментні препарати при виробництві світлого пивоварного солоду. Пиво та напої, 6, 2003. – С.22 – 23.
13. Калунянц К.А, Яровєнко В.Л., Домарецький В.А, Колчева Р.А. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв. – К.: Колос, 2002. – 446с.
14. Капранчиков В.С., Жєребцов Н.А., Попова Т.М. Вплив рН та температури на активність та стійкість ліпази зародків пшєниці. Зберігання та перєробка сільгоспсировини, 4, 2003. – С.40 – 43.
15. Кіслухіна О., Кюдуліс І. Біотехнологічні основи перєробки рослинної сировини. – Каунас: Технологія. – 1997. – 183 с.
16. Колотуша П.В., Домарецький В.А. Інтєнсифікація солодового виробництва. – Київ, «Тєхніка», 1997. – 160 с.
17. Кунце В., Міт Г. Технологія солоду та пива. – СПб.: Вид-во «Профєсія», 2003. – 912с.
18. Лєрнер І.Г., Ліфшиц Д.Б. Досягнення в технології солоду та пива. – К. «Харчова промисловість», 1980. – С. 16.
19. Мальцев П.М., Велика Є.І., Зазірна М.В., Колотуша П.В. Хіміко-технологічний контроль виробництва солоду та пива. – К.: «Харчова промисловість», 1996. – 448 с.
20. Мальцев П.М. Технологія бродильних виробництв. – М.: Харчова промисловість, 1990. – 233 с.
21. Мєлєдіна Т.В. Сировина та допоміжні матеріали у пивоварінні. – СПб.: «Профєсія», 2003. – 304 с.
22. Нарцис Л. Технологія солоду. – К. Вид-во «Харчова промисловість», 1990. – 503с.
23. Тихомиров В.Г. Технологія пивоварного та безалкогольного

виробництва. – М.: Колос, 1999. – 448с.

24. Хорунжина С.І. Біохімічні та фізико-хімічні основи технології солоду та пива. – М.: Колос, 1999. – 312 с.

25. Bush DS, Biswas AK, Jons RL Hormonal regulation of system of darley aleyron. *Planta*, №4,1993. – Pp.507 – 515.

26. Buttimer ET, Briggs DE Mechanisms of release of bound p-amilase. *Journal of Inst, of brewing*, 106, №2, 2003. – Pp.83 – 94.

27. Chandra S. Розвиток нової malt для tastier lagers. *Brewer's Guardian*, 11, 1998. – Pp. 13 – 15.

28. Debyser W., Delvaux F., Delcour JA Activity of arabinoxylan hydrolyzing enzymes при mashing with barley malt або barley malt i unmalted wheat. *J. Agr. Food Chern.*, 12, 1998. – Pp. 4836 – 4841.

29. Farkas V., Sulova Z., Stratilova E. Cleavage of xyloglucan з настираючим сідою xyloglucanase i transglycosylation до xyloglucan subunit oligosaccharides. *Arch Biochem. Biophys*, 298, 1992. – Pp. 365 – 370.

30. Fincher GB Molecular i cellular biology поєднані з endosperm modilisation in germinating barley. *Ann Rev. Plant Physiol .Mol. Biol.*, 40,1999. – Pp. 305 – 346.

31. Foster C. Der Einsatz von Spezialmalzen und Rostmalzbieren zur differenzierten Beerinflussung von Bierfarbe und Aroma. *Brauwelt*, 21,1999. – S.995 – 997.

32. Gugliehninetti L., Yamaguchi J., Alpi A. Amilolitic activity в cereal seeds under aerobic and anaerobic conditions. *Plant Physiol.*, 109, 1995. – Pp. 1069 – 1076.

33. .Guiltinam M. i Deikman J. Molecular i genetic approaches to study of hormone action. *Horticultural Reviews*, Canada, 1994. – Pp. 1 – 32.

34. .Hamberstone FJ, Briggs DE Extraction and assay ferullic acid esterase від malted barley. *J. Inst. Brew.*, 1, 2000. – pp. 21 – 29.

35. Jiahua Zh. Kinetic model для co-action p-amilase i debranching enzymes в production of maltose. *Biotechnology and bioengineering*, Vol.65, №5, 1999. – Pp.618 – 622.

36. Jones DL, Marinak LA Purification and partial characterization of second

cystein proteinase inhibitor from ungerminated barley. *J. Agr. Food Chem.*, 2, 2002. – Pp. 257 – 264.

37. Kozielska H. Slody barwiace II Przem. Ferment. Owoc. – Warz. – 1999, 6, vol. 43. – S.21 – 22.

38. Lalor E. Applications of enzymes in brewing process with particular emphasis on glucanases. *Ann Rev. Plant Physiol.Mol. Biol.*, 38,1999. – pp. 345 – 398.

39. Mac Gregor AW Evaluation of barley malting quality. *Barley Genetics*,VI,1992. – Pp. 969 – 978.

40. Mikola J. Proteinases and peptidases in germinating barley. 4 International symposium on Preharvest sprouting in Cereals, 1987. – Pp. 463 – 473.

41. Mikylska A., Hrabak M., Haskova D., Srogl J. Роль malt and hop polyphenols in beer quality, flavor and haze stability. *J. Inst. Brew.*, 1, 2002. – Pp. 78 – 85.

42. Osman AM, Coverdale SM, Cole N. Characterisation and assessment of role of barley malt enproteases during malting and mashing. *J. Inst. Brew.*, 1,2002. – Pp. 62 – 67.

43. Parcer DK, Proudlove MO Studies на mechanismes of rootlet inhibition in developing barley embryos. *Journal of Cereal Science*, 21, 1995. – pp. 71 – 78.

44. Prokes J. Technologicky висновок dusikatych latek в јесmeni a slodu. *Kvasny Prumysl*, 10, 2000. – S.277 – 279.

45. Ranki H. Секрети α -amylase до epitelium of barley scutellum. *J. Inst. Brew.*, 6, 1993. – Pp. 307 – 309.

46. Rimsten L. Extratable cell wall policharides in cerals. Doctoal thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2003. – Pp.144.

47. Rimsten L., Haraldsson A.-K., Andersson R. And others. Ефекти malting on beta-glucanase and phytase activity in barley grain. *J. Sc. Food Agr.*, 8, 2002. 904 – 912.

48. Suge H., Iwamura H. Ефект cytokinine i anticytokinin на tillering of barley. *Japan J. Crop. Sc.*, 4, 1993. – Pp. 595 – 600.

49. Takeushi W., Masui H., Jamaguchi J. Reducing-agents-mediated solubilisation of debranching enzyme (pullulanase) в rice flour. *Biosciens, Biotechnology and Biochemistry*, Vol.63, №3, 1999. – pp. 510 – 514.

50. Yamaoka Y., Ohba Y., Takeuchi M. Isolation i властивості картопліреptidase. Plant Sc., 1, 1993. – pp. 1 – 7.

51. Washio K., Ishikawa I. S tructure and expresion germination rice seed of gene for carboxypeptidase. Plant Mol. Biol., 9, 2002. – Pp. 631 – 640.

52. Weber E., Manteuffel R. Storage globulins in barley grains. Biochem. Phisiol. Pflanzen, № 2 – 3,1988. – Pp. 153 – 158.