

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"
на тему:

«Обґрунтування технології повітряного зерна амаранту з використанням
плазмохімічного оброблення розчинів».

Виконав: студент 2 курсу, групи МГХТ-1-19
за спеціальністю 181 "Харчові технології"

_____ Біленко А.О.

Керівник: _____ Півоваров О.А.

Рецензент: _____ Бедняк Л.В.

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
технології зберігання і переробки
сільськогосподарської продукції
доктор технічних наук, професор

_____ Чурсінов Ю.О.

(підпис)

«___» _____ 2020 р.

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

Біленку Антону Олександровичу

1. Тема роботи «Обґрунтування технології повітряного амаранту з використанням плазмохімічного оброблення розчинів» української селекції».

Керівник роботи Пивоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» вересня 2020 року № 2397.

2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2020 року

є

3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується переробки зерна амаранту в повітряний продукт та плазмохімічної обробки розчинів. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на підприємствах з виробництва харчоконцентратів. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Матеріали і методи досліджень. 3 Експериментальна частина. 4. Охорона праці 5. Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

1 Постанова проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Матеріали і обладнання для проведення досліджень. 4 Результати експериментальних досліджень. 5 Вимоги безпеки під час виконання дослідження. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Півоваров О.А., доцент		
2	Кравець В.В., доцент		
3	Павленко О.С., доцент		

7. Дата видачі завдання 21 вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	21.09-23.09.20	виконано
2	Аналітичний огляд і література	24.09-10.10.20	виконано
3	Матеріали і методи досліджень	11.10-24.10.20	виконано
4	Експериментальна частина	25.10-10.11.20	виконано
5	Охорона праці та безпека життєдіяльності	11.11-18.11.20	виконано
6	Організаційно-економічна частина	19.11-26.11.20	виконано
7	Загальні висновки та список використаних джерел	27.11-01.12.20	виконано

Студент _____
(підпис)

Біленко А.О.

Керівник роботи _____
(

Півоваров О.А.

підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології повітряного амаранту з використанням плазмохімічного оброблення розчинів»

Дипломна робота магістра: 74 с., 26 рис., 17 табл., 3 додатка, 59 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: Плазмохімічно активована вода, зерно амаранту.

Метою роботи є обґрунтування використання плазмохімічно обробленої води у технологіях переробки зерна амаранту

Методи дослідження: Показники вологості зерна амаранту визначали за ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Методи визначення вологості

Визначення кількості поглиненої води визначали за ГОСТ 28268-69. Визначення коефіцієнту гігроскопічності.

В роботі був проаналізований вплив плазмохімічно обробленої води на властивості зерна амаранту. Зволоження зерна амаранту водою, яка пройшла таку обробки не є доцільним. Зволоження зерна амаранту плазмохімічно обробленою водою відбувається значно ефективніше.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Плоди яблук, перемелена яблучна сировина, яблучні чіпси, сушіння, надвисокочастотна обробка, комбіноване НВЧ-конвективне сушіння.

ЗМІСТ

ВСТУП.....			
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....			
2			МЕТОДИ
ДОСЛІДЖЕНЬ.....			
2.1	Визначення	вологості	зерна
амаранту.....			
2.2	Плазмохімічна		обробка
води.....			
2.3	Визначення	виходу	«зірваних»
зерен.....			
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....			
3.1	Дослідження	сировини	для проведення
експерименту.....			
3.2	Дослідження впливу плазмохімічно обробленої води на процес попінгу зерна		
амаранту.....			
3.3	Дослідження впливу плазмохімічної обробки дистильованої води на процес		
зволоження зерна амаранту.....			
3.4	Дослідження впливу плазмохімічної обробки водопровідної води на процес		
зволоження			зерна
амаранту.....			
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....			
4.1	Визначення	понять	і
термінів.....			
4.2	Небезпечні та шкідливі фактори.....		

4.3 Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників.....

4.4 Правила безпечного виконання робіт при роботі з НВЧ обладнанням.....

4.5 Дії працівників у разі вибуху трансформатора.....

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

5.1 Організація проведення дослідження.....

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження.....

5.3 Розрахунок вартості дослідження.....

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....

ВСТУП

Гіпотеза: плазмохімічно оброблена вода позитивно впливає на вихід готового продукту під час процесу попінгу під впливом НВЧ-енергії. Окрім цього плазмохімічно оброблена вода значно швидше поглинається зерном амаранту. Активована дистильована вода має кислий рН, у той час як водопровідна вода має лужний рН. Плазмохімічна обробка дистильованої води більш доцільна у процесі зволоження ніж так само оброблена водопровідна вода.

Мета роботи: дослідити вплив плазмохімічно обробленої води на властивості зерна амаранту. Встановити доцільність її використання в технологіях переробки зерна амаранту, підтвердити або спростувати гіпотезу.

Завдання роботи: скласти план досліджень впливу плазмохімічно обробленої води на властивості зерна амаранту. Порівняти вихід зірваних зерен амаранту зволеним дистильованою водою з виходом того самого зерна зволоженого плазмохімічно обробленою водою. Порівняти швидкість зволоження амаранту дистильованою обробленою та необробленою водою та водопровідною обробленою та необробленою водою. Засновуючись на результатах досліджень зробити висновки щодо доцільності використання плазмохімічно обробленої води в технологіях переробки зерна амаранту.

Плазма – це частково чи повністю іонізований стан речовини, при якому система містить вільні позитивні (іони) та негативні (електрони, рідше іони) заряджені частки, концентрація яких у середньому однакова [1].

Суть методу створення контактної нерівноважної низькотемпературної плазми полягає у тому, що один з електродів в реакторі знаходиться в рідкій фазі, а другий розташований на деякій відстані від поверхні розчину. Це призводить до нових можливостей плазмової обробки [1]. В замкненому електричному ланцюгу проходить фарадеєвський струм, тому на границі розподілу газ-рідина можуть

відбуватися такі окисно-відновні процеси, наявність яких неможливо при використанні «традиційного електролізу» чи впливу на електроліт «чистої» плазми дугового, коронного, таунсендівського чи бар'єрного розрядів.

Значну роль у плазмохімічних реакціях відіграють вільні електрони, під ударами яких у більшості випадків реакції являються визначальними в ініціюванні складних багатостадійних хімічних процесів [2].

Перші моделі води почали виникати в кінці XIX століття, у той коли накопичились фактичні дані про її аномалії. Особливе значення набуває сформоване останнім часом уявлення про те, що багаточисельні короткоживучі водневі зв'язки між сусідніми атомами водню та кисню у молекулі води здатні утворювати, в разі сприятливих умов, особливі структури-асоціати молекул води (кластери).

У кластерній моделі вода виглядає як суміш окремих кластерів, пов'язаних водневими зв'язками молекул води, що «плавають» серед вільних незв'язаних молекул води. На сьогоднішній день така кластерна модель води виглядає найбільш привабливою для багатьох вчених.

Саме завдяки наявності таких зв'язків в окремих мікрооб'ємах води безперервно виникають структурні елементи – кластери води. Виникнення і розпадання кластерів можливо виразити схемою: $x \cdot H_2O \leftrightarrow (H_2O)_x$. Відносна стабільність кластерів залежить від зовнішніх факторів: впливу електромагнітних полів, температури та ін. У нашому випадку таким зовнішнім фактором є контактна дія нерівноважної низькотемпературної плазми на поверхневий шар води [3], що порушує складену стійку динамічну рівновагу в звичайній воді і призводить до часткового або практично повного руйнування кластерів з утворенням додаткової кількості вільних незв'язаних молекул води [4].

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Останніми роками на світовому ринку з'явилося нове джерело сировини для харчової промисловості - зерно амаранта і продукти його переробки, що мають цінний хімічний склад і безпеку, високу харчову і біологічну цінність, містять широкий спектр фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, що визначає перспективи їх використання в технології харчових виробництв [5].

Амарант відноситься до нетрадиційних видів рослинної сировини, найбільш перспективних для розширення асортименту продуктів здорового харчування, а також для виготовлення харчових добавок функціонального призначення. Впровадження цієї культури у виробництво стримується недоліком якісного насінного матеріалу. До того ж відомостей про фізичні і біологічні властивості зерна амаранта, умови і режими їх пророщування у вітчизняній літературі украй недостатньо. В роботах вітчизняних дослідників особливе значення амаранта, передусім, визначається його кормовими достоїнствами і не приділяється належної уваги дослідженням з використання зерна амаранта як сировини для підвищення поживної цінності харчових продуктів, проблемам комплексної переробки зерна амаранта і розробці промислових технологій [6].

З ботанічної точки зору або з точки зору складу поживних речовин, це зерно має загальні характеристики як зернових, так і зернобобових. Оскільки вміст білка і амінокислотний склад знаходяться десь посередині між зерновими і бобами, його можна розглядати як природну суміш рису і бобів. [7]

Існує кілька рослин, які використовуються в якості альтернативи зерновим культурам, що містить глютен, наприклад такі як амарант, гречка і лобода. Крім того, ці безглютенові альтернативи рослинні дуже схожі в поживних речовинах на зернові, що містять глютен, і називаються псевдоцеровими.

В останні роки псевдоцереальний амарант, гречка і квиноа викликають великий інтерес. Їх винятковий профіль поживних речовин є однією з причин цієї нової заклопотаності. [8]

Амарант - псевдоцереал, що належить до сімейства амарантних. Три види роду *Amaranthus* (*A. caudatus*, *A. hypochondriacus* і *A. cruentus*) дають великі завантажені насіннєві головки і здатні давати комерційно життєздатні врожаї. [9]

Відомо близько 55–65 видів амаранту, які ростуть у областях з теплим і помірним кліматом. У низці країн (особливо в Східній Азії) він культивується як овочева рослина. Амарант протягом восьми тисяч років був однією з основних зернових культур Південної Америки й Мексики разом із бобами й кукурудзою. На ринках Північної та Південної Америки, Китаю та країн Південно-Східної Азії можна зустріти більше 30-ти найменувань продуктів із амаранту: вермішель, макарони, чіпси, бісквіти, кекси, вафлі, напої, дитяче харчування. Натуральні пігменти зі шкірки насіння надають соусам і напоям красивий темний колір і приємний смак. Молоде листя амаранту схоже на шпинат і використовується у свіжому вигляді й для приготування гарячих страв. Зерна амаранту містять до 16% білка, 5...6% жиру, 55...62% крохмалю, пектини, мікро- і макроелементи. За вмістом лізину білок амаранту у два рази перевищує білок пшениці. Основу жиру складають ненасичені жирні кислоти (олеїнова, лінолева, ліноленова); ліпідна фракція містить до 10% сквалену, надзвичайно корисного для серцево-судинної системи. Для крохмалю амаранту характерна підвищена набряклість, в'язкість і желатинізація [10].

Насіння амаранту є хорошим джерелом крохмалю (58-66%), білків (13-19%) з адекватним балансом змісту незамінних амінокислот, харчових волокон (14-16%) і ліпідів (5-13%). Приблизний склад основних видів амаранту наведений в табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Приблизний склад різних видів амаранту [7]

Види	Сирий білок	Жир	Волокна	Мінеральні речовини
Hypochondriacus	17.9	7.7	2.2	4.1
Cruentus	15.7	7.2	4.0	3.3
Caudatus	18.0	7.5	4.5	3.7

Крім гарної живильної якості за рахунок наявності великого вмісту крохмалю, амарант також містить корисні для здоров'я сполуки, такі як біологічно активні пептиди, фенольні сполуки, бетаціаніни [11], флавоноїди, фенольні кислоти (дубильні кислота), сквален, жирні кислоти і жиророзчинні вітаміни [7], токофероли і токотрієноли, інгібітори протеаз, антимікробні пептиди, лектини та антиоксидантні сполуки тіаміну, ніацину, рибофлавіну, фолієвої кислоти і харчових мінералів, включаючи кальцій, залізо, магній, фосфор, цинк, мідь і марганець. [12]

Проте, як це відбувається в багатьох закусках, окислення ліпідів та втрата хрусткості є основними аспектами, які зменшують термін придатності зерна амаранту та його продуктів [13].

На рис.1.1 зображено анатомічний склад насіння амаранту.



Рисунок 1.1 – Анатомічний склад насіння амаранту [14]

Також ця рослина є джерелом клітковини, поліненасичених кислот, фітостеролів, фосфоліпідів, сквалену, вітамінів С, Е, РР, В2, В1, А, фолату, макро- та мікроелементів (натрію, магнію, калію, фосфору, кальцію, феруму, купруму), які необхідні для оптимального функціонування органів травлення, імунної та ендокринної систем тощо. Завдяки своєму складу, екологічним особливостям, високій врожайності амарант розглядається як одна з культур, що в майбутньому буде забезпечувати продовольчу безпеку, особливо у країнах із найчисленнішим населенням [15]. Крім того, амарант є багатим джерелом ненасичених жирних кислот, значної кількості незамінних амінокислот, вітамінів, мікро- та макроелементів. В амаранті не тільки високий вміст протеїну, але і найбільш збалансований амінокислотний склад. Такі властивості амаранту відкривають надзвичайно широкий спектр його використання: фармакологія і медицина, харчова промисловість, косметологія, кормо виробництво [16].

Вивчення біохімічного складу показало, що у насінні амаранту значну частину білка становлять глобуліни. Вони входять до складу всіх основних фракцій:

соляної, лужної та залишкової. Глобуліни амаранту представлені двома типовими для інших дводольних глобулінами, які позначаються як 7S і 11S.[17]

Порівняльний аналіз електрофореграм показав, що зародки амаранту практично не відрізняються за складом поліпептидів невідновлених білків. Відмінність стосується високо- і низькомолекулярних поліпептидів, що дозволяє розрізнити види і сорти амаранту. Фракційний склад білка зерна амаранту значно кращий за поживністю, ніж у зернових культур.[16]

Легкозасвоювані білки із збалансованим амінокислотним складом, альбуміни і глобуліни становлять 50 % загальної суми фракцій (18,8 % – глобуліни і 38,4 % – альбуміни). Не збалансовані за амінокислотним складом, з вмістом незамінних амінокислот, спирторозчинні білки – проламіни становлять всього 12,6 %, а в зерні злаків їх вміст досягає 40 % від сумарного білка. Суттєву частину становлять близькі за поживністю до альбумінів і глобулінів лугорозчинні білки – глутеліни (до 21 %).[18]

Амінокислотний склад амаранту наведено в табл. 1.2 [19].

Таблиця 1.2. Амінокислотний склад амаранту

Найменування компонентів	Зерно амаранта	Висівки амарантові білкові	Крупка амарантова	Пластівці амарантові нативні
Амінокислотний склад (АС), %				
Валін	44	50	51	66
Ізолейцин	100	93	110	136
Лейцин	50	50	53	67
Лізин	56	73	75	82
Метіонін + цистин	106	94	90	70
Треонін	83	123	105	103
Триптофан	60	90	90	144
Фенілаланін + тирозин	63	68	79	91
АС min , %	44	50	51	66

Амарантова олія містить велику кількість лінолевої (С 18:2), олеїнової (С 18:1) і пальмітинової (С 16:0) кислот і тільки сліди ліноленої (С 18:3) й інших кислот. Таким чином, амарантова олія містить майже 76 % ненасичених жирних кислот і нагадує олію із насіння бавовнику або з рисових висівок. Вміст основних жирних кислот в олії амаранту становить: ліолева 37...62 %, олеїнова 19...35 %, пальмітинова 12...25 % і стеаринова 2...25. [20]

Також встановлено, що за вмістом незамінних жирних кислот сорти амаранту значно різняться між собою. Вміст жирних кислот у насінні амаранта зображено у табл. 1.3. [21]

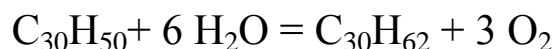
Таблиця 1.3 – Вміст жирних кислот у насінні амаранту

Вид, сорт амаранту	Жирні кислоти					Сума кислот
	16:0 пальмітинова	18:0 стеаринова	18:1 олеїнова	18:2 ліолева	18:3 ліноленова	
A. cruentus, Легінь, % від сухої речовини	0,95	0,12	1,63	2,11	0,03	4,84
% від суми кислот	19,6	2,5	33,7	43,6	0,6	100
A. hypochondriacus, Котигорошок, % від сухої речовини	0,96	0,11	1,00	2,60	сліди	4,67
% від суми кислот	20,5	2,4	21,4	55,7	-	100
A. cruentus, Атлант, % від сухої речовини	1,03	0,12	1,70	2,23	сліди	5,08
% від суми кислот	20,3	2,4	33,4	43,9	-	100
A. hypochondriacus, Ацтек, % від сухої речовини	0,98	0,09	1,18	2,71	сліди	4,96
% від суми кислот	19,8	1,8	23,8	54,6	-	100
A. hypochondriacus, Орхідея, % від сухої речовини	1,06	0,12	1,11	2,79	сліди	5,08
% від суми кислот	20,9	2,4	21,8	54,9	-	100

Амарантова олія є потужним засобом оздоровлення, профілактики та лікування. Вона діє на весь організм, відроджує його захисні властивості, нормалізує обмін речовин, знижує рівень холестерину в організмі людини, покращує роботу печінки, серця, відновлює діяльність гормональної та імунної системи, виводить з організму шлаки, і підсилює лікувальну дію багатьох лікарських препаратів.[22]

Самим активним і важливим компонентом амарантової олії є сквален. З усіх рослинних олій тільки амарантова олія містить його до 12 % [23].

Амарантова олія близька за складом до цільових компонентів за лікувальними властивостями до олії обліпихи, однак відрізняється вищим вмістом сквалену і токоферолу (вітамін E). Цінність сквалену полягає у тому, що він здатний реагувати з молекулами води і виділяти кисень за реакцією[24]



В дослідженнях з вивчення вмісту макроелементів в двох зразках *A. hypochondriacus* і восьми зразках *A. cruentus* були одержані такі результати: Mn 29 і 31; Cu 7 і 6; Al 41 і 44; Zn 36 і 35; Sr 2 і 5; Pb 3 і 3; Si 30 і 27 частин на мільйон. Аналіз неочищеного зерна амаранту і пшениці свідчить про те, що зерно амаранту містить майже в п'ять разів більше заліза, ніж зерно пшениці.[25]

Подрібнення зерна амаранту показало, що вітаміни сконцентровані в зародку.[20]

Амарант відомий завдяки своєму унікальному крохмалю, високому вмісту амілопектину і високою харчовою цінністю.

Крохмаль є основним компонентом зерна амаранту і грає важливу роль в його харчових продуктах, таких як загусники для супів, заміників жиру, підлив і

соусів, а також в пластівцях для сніданку, кексах, печиво, закусках, пастах і дієтичних продуктах.[26]

Зерно амаранту містить приблизно 62% - 65% крохмалю, який складається з амілози і амілопектину, який утримує в собі воду і масло. [27]

Гранули крохмалю амаранту є невеликими за діаметром 0,5-2 мкм, порівняно з іншими подібними культурами, такими як кукурудза, сорго і рис. [28] Порівняння гранул амарантного крохмалю з гранулами пшениці, рису і картоплі проілюстровано на рис.1.2.

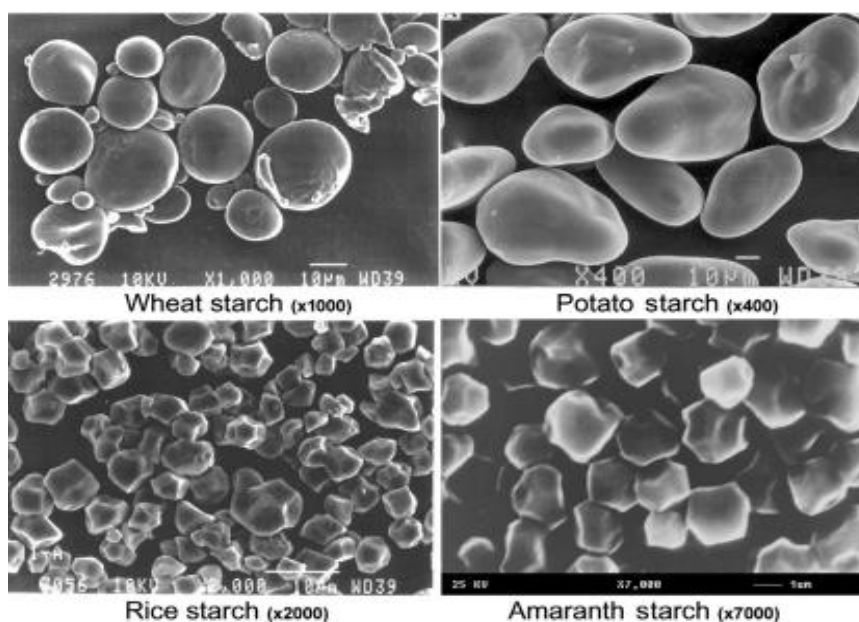


Рисунок 1.2 – Мікрофотографії різних крохмалів.

Треба зауважити що гранули амарант-крохмалю перетравлюються швидше протягом першої години, ніж звичайний кукурудзяний крохмаль. [27]

Сахароза є основним цукром в зерні амаранту, спостерігається достатньо велика кількість рафінози; щодо таких цукрів як стахіоза і мальтоза, вони були виявлені в не великих кількостях.[28] Крохмаль амаранту має рентгенограму А-типу,

вміст амілози в ній низький і коливається від 4,7 до 12.5% в залежності від різних генотипів. [29]

Насіння амаранту мають високий глікомічний індекс (GI) і низький вміст крохмалю (RS). Крохмаль амаранту має низьку схильність до ретроградації, що корисно для використання в ряді харчових продуктів табл.1.4. [27]

Вміст амілози впливає на фізико-хімічні та функціональні властивості крохмалю амаранту, включаючи желатинизації, SP, пікову в'язкість і кристалличність, а також на освіту плівок.

Визначено, що в'язкість усіх крохмалів збільшується за рахунок температури, діапазон таких температур наданий. Профіль склеювання різних сортів відрізняється різним вмістом амілози.

Таблиця 1.4 – Глікомічний індекс зерна амаранту і продуктів його переробки[27]

Продукти	Глікомічний індекс
Зерно амаранту (сире)	87
Зерно амаранту (повітряне)	101
Зерно амаранту (смажене)	106
Зерно амаранту (пластівці)	106
Зерно амаранту (екструдоване)	91

Перспективи збагачення хліба за рахунок добавок з амаранту відзначені досить давно [30]. Вони пов'язані з необхідністю усунення дефіциту в організмі окремих мікроелементів, наприклад феруму [31]. Борошно з амаранту придатне для виробництва безглютенних продуктів [32]. Використання амаранту є перспективним для приготування спеціальних функціональних продуктів харчування спортсменів [33].

За результатами проведених досліджень впливу добавок продуктів переробки амаранту на якість хлібобулочних виробів, а саме рогаликів фруктових встановлено, що:

- зі збільшенням кількості добавок до 2 % вихід сирої клейковини збільшується, при цьому вона стає менш розтяжною;
- за рахунок високої активності ліпази та ліпоксигенази добавок амаранту клейковина борошна укріплюється;
- внесення добавок підвищує зимазну та мальтазну активність дріжджів, що прискорює процес дозрівання тіста;
- покращується підйомна сила дріжджів;
- внесення добавок не впливає на вологість тіста; вологість готових виробів зменшується;
- кислотність готових виробів із використанням добавок підвищується;
- на органолептичні властивості добавки продуктів переробки амаранту не мають значного впливу, пористість виробів була однаковою, незначний темний відтінок та ледь відчутний трав'яний присмак мали вироби з додаванням подрібненого листа амаранту.

На основі проведених досліджень встановлені оптимальні дозування добавок до маси борошна:

подрібнене листя амаранту – 2,0 %;

шрот насіння амаранту – 2,0 %.

Отримані дані можуть бути використанні для розробки і впровадження нових виробів підвищеної харчової цінності в масове виробництво.[34]

За результатами фаринограм модельних зразків тіста з борошном пшеничним та борошном амарантовим визначено, що внесення амарантового борошна у кількості 50% сприяє збільшенню розрідження та зменшенню еластичності тіста, що свідчить про низькі технологічні властивості амарантового борошна. Для

корегування структурно-механічних властивостей тістового напівфабрикату нами запропоновано додаткове внесення структуроутворювача – гуміарабіку. Додаткове внесення гуміарабіку спряло покращенню структурномеханічних властивостей тістового напівфабрикату, а саме збільшувалася пружна та пластична деформації, гранична напруга зсуву та зменшувалася адгезійна міцність.[35]

Пластівці амаранту (вихід 53-56 %), які отримуються при плющенні зерна амаранту, подрібнюють для виробництва амарантового нативного борошна (вихід 82-88 %). Фракція, що залишилася, після плющення зерна амаранту (28-35 %) – крупка зародкова нативна піддається знежиренню для отримання амарантової олії, після чого застосовується для помелу у білкове напівзнежирене борошно (вихід 75-82 %) і відділення фракції білкових напівзнежирених висівок (вихід 18-25 %) [36].

При вивченні мікроструктури продуктів зерна амаранту встановлено, що амарантові нативні пластівці є конгломератом часток ендосперма у вигляді пластин з щільною монолітною багат шаровою структурою білково-крохмальноліпідного комплексу, в який вмонтовані як окремі нативні зерна крохмалю, покриті прикріпленим білком, так і зерна крохмалю, пошкоджені в ході механічної обробки (рис. 1.3). У клітинах пластівців є порівняно мало поглиблень від випавших зерен крохмалю, повітряних порожнин і мікротріщин разом з присутністю великої кількості оболонок.

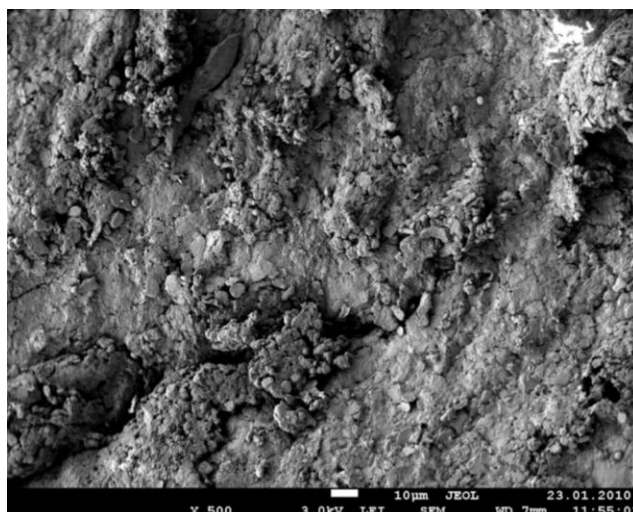


Рисунок 1.3 – Амарантова нативна крупка

Для часток амарантової зародкової напівзнежиреної крупки характерна дуже рихла шарувата структура, що складається з конгломератів білку і пошкоджених крохмальних зерен з великою кількістю повітряних порожнеч і мікротріщин. Подібна будова часток визначає високу питому поверхню білково-крохмального матриксу і, ймовірно, його підвищену водопоглинальну здатність і доступність дії екстрагентів або ферментів (рис. 1.4).

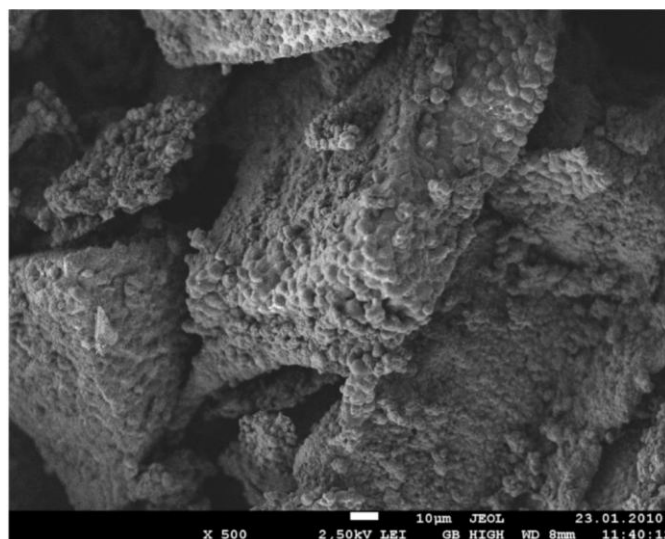


Рисунок 1.4 – Амарантові білкові напівобезжирені висівки

Мікроструктура традиційного хлібопекарського борошна - пшеничного першого сорту і житнього обдирного значно відрізняється від мікроструктури сортового амарантового борошна : білкового, нативного і цільнозмеленого. Для клітин пшеничної мук характерна наявність рихлою, частково розрушеної білкової матриці, що містить частки проміжного білку (цвikelьпротеїну) і фрагментів клітин ендосперму зерна пшениці, в які "вмонтовані" по усій поверхні зерна крохмалю кулястої форми розміром порядку від 3 до 60 мкм. Зчеплення зерен крохмалю здійснюється за рахунок наявності між ними прикріпленого білку. У білковій матриці є поглиблення від випавших зерен крохмалю, повітряні порожнини, мікротріщини, частки ендосперму з оболонкою. Мікроструктура клітин сортового амарантового борошна усіх видів відрізняється від традиційного пшеничного або житнього борошна наявністю складних багатокутних асоціатів, сполучених в щільну структуру, і дрібнозернистого крохмалю. Найбільш компактне розташування часток проміжного білку характерне для білкового борошна, що формується з часток перисперму зерна амаранту, виразно розрізняється і волокниста структура прикріпленого білку амаранту (рис. 1.5).

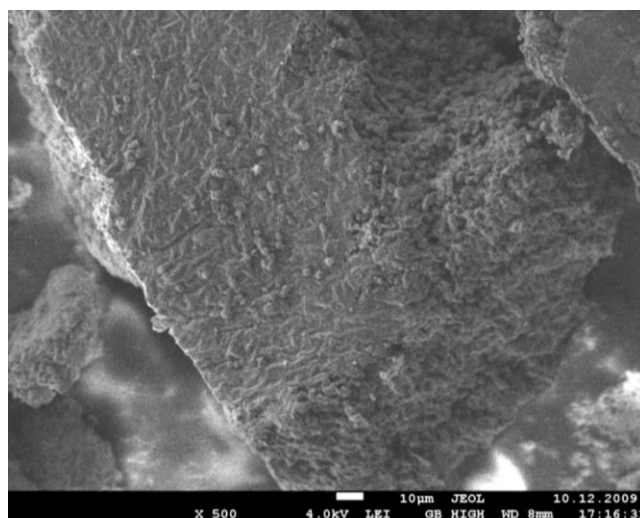


Рисунок 1.5 - Амарантове білкове напівобезжирене борошно

Для амарантового нативного борошна, що переважно складається з крохмалистих гранул ендосперму зерна амаранту, характерна дуже рихла структура з великою кількістю порожнеч і тріщин, що обумовлює її можливу високу водопоглинальну здатність (рис. 1.6). Цільнозмелене амарантове борошно (рис. 1.7) має проміжне по великості асоціатів і міри рихлості структурою, що включає на відміну від інших видів амарантового борошна більшу кількість фрагментів часток оболонок зерна. Білкова матриця клітин борошна амаранту переривчаста, крохмальні зерна розміром близько 0,1-0,3 мкм мають правильну кулясту форму і покриті тонким шаром прикріпленого, волокнистого по структурі білку. Окремі зерна крохмалю сполучені між собою відростками білкової природи в різних напрямках в об'ємі, залишаючи частину клітини для повітря і тим самим формуючи рихлу структуру [37].

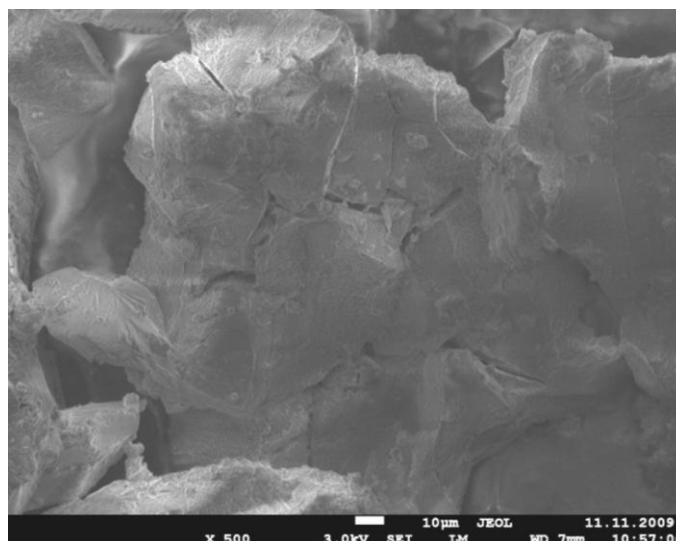


Рисунок 1.6 – Амарантове нативне борошно

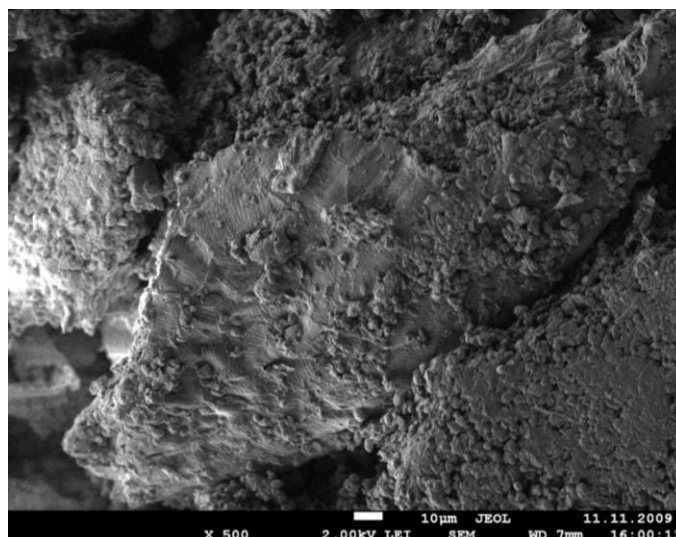


Рисунок 1.7 – Амарантове цільозмелене борошно

Теплова обробка впливає на засвоюваність і біодоступність вуглеводів, білків і амінокислот, а також призводить до зміни профілю всіх активних речовин. Теплова обробка впливає на засвоюваність і біодоступність вуглеводів, білків і амінокислот, а також вносить зміни в профіль всіх активних речовин. Коли сорти амаранту оброблялися гидротермально, відзначалася втрата фенольної, фітінової кислоти і антиоксидантної активності. [38]

Залежність водопоглинальної здатності борошна амаранту від тривалості термічної обробки за температури 120 і 140° С наведено на рис. 1.8.

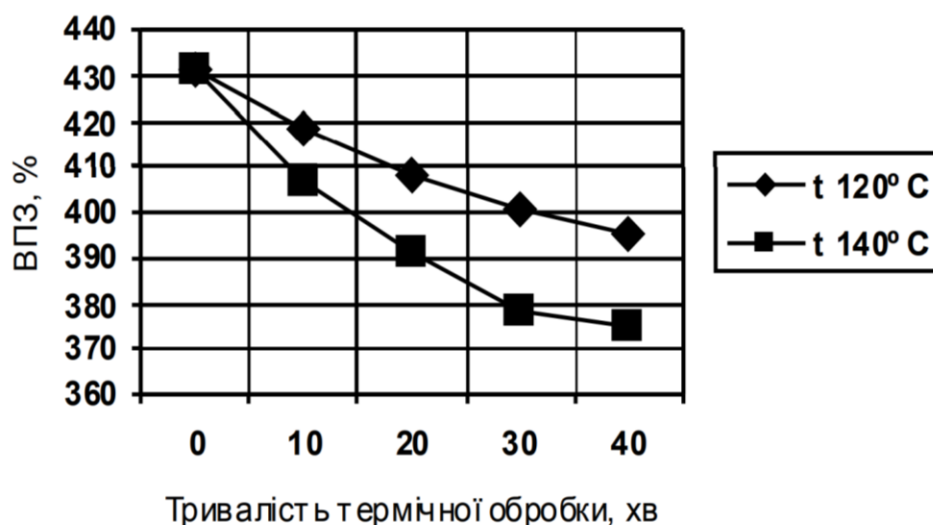


Рисунок 1.8 – Залежність водопоглинальної здатності борошна амаранту від тривалості термічної обробки за температури 120 і 140° С

Із рис. 1.8 видно, що у разі обжарювання борошна амаранту за температури 120° С значення показника ВПЗ поступово зменшується на 8,3% – з 431% (необжарене борошно) до 395% (тривалість обжарювання 40 хвилин). За температури обжарювання 140° С показник ВПЗ зменшується на 12,9% – з 431 до 375% відповідно. Це можна пояснити тим, що під час нагрівання білки й крохмаль борошна піддаються термічній деструкції та в результаті гірше зв'язують воду.[39]

Природне сушіння зерна сонячними променями можливо провести тільки в суху і ясну погоду. Слід зазначити, що даний підхід є дуже трудомістким, і в значній мірі залежить від погодних умов.[40]

Тим не менш, цей спосіб глибоко вивчається і рекомендується для сушіння амаранту закордонними фахівцями [41].

Сушіння зерна в електромагнітному полі надвисокої частоти заснована на явищі поляризації. Під впливом високої частоти у вологому матеріалі полярні молекули води (диполі) змінюють розташування своїх осей вздовж електричного поля. При цьому виникають процеси взаємодії молекул між собою, внаслідок чого

всередині матеріалу, схильного до МХ обробки, утворюється теплота, а також виникає градієнт температури, спрямований всередину зернової маси, під впливом якого волога переміщається до поверхні зерна. Кількість виділеної теплоти залежить від напруженості електричного поля і його коливань, а також від діелектричних властивостей зерна.[42]

На відміну від конвективного, кондуктивного і терморадіаційного сушіння, при мікрохвильової обробці в першу чергу нагріваються внутрішні шари, що містять найбільшу кількість вологи. Крім того, у внутрішніх шарах зернівки найбільш швидко відбувається випаровування вологи, що призводить до збільшення внутрішнього тиску водяної пари, відносно тиску парів на поверхні матеріалу. З чого випливає, що при сушінні зерна із застосуванням електромагнітного поля надвисокої частоти послідовне руйнування зв'язків вологи з твердим скелетом зернівки відбувається, починаючи з внутрішніх шарів, і волога під дією різниці тисків водяної пари всередині зернівки і на її поверхні переміщується до периферійних шарів зерна [43].

При нагріванні зерна амаранту піддаються "попінгу" і за смаком нагадують горіхи або повітряну кукурудзу. Зерна, що піддалися "попінгу", легкі і хрусткі, можуть вживатися в їжу у вигляді легкої закуски в сирому вигляді з медом і молоком, як гарнір до м'яса або овочів, або, змішані з медом, як солодощі. Такі зерна зображені на рис 1.9. [6]



Рисунок 1.9 – “Повітряні” зерна амаранту

Вважається, що даний процес відбувається, коли внутрішній тиск, викликаний випаровуванням води, перевищує міцність насінневої оболонки [44].

Після того, як зерно амаранту піддається процесу попінгу відбувається процес рацемізації аланіну, аспарагінової кислоти, глутамінової кислоти та фенілаланіну [45].

Обігрів на сковороді - традиційна процедура попінгу. Однак це може спричинити проблеми з продуктом, а саме знизити харчову цінність. Насамперед страждають незамінні амінокислота та вітаміни, що характеризують високу якість продукту [46].

На противагу цьому система з псевдозрідженим шаром може бути більш придатною для попінгу насіння амаранту, оскільки технічні параметри (температура та швидкість потоку гарячого повітря) можуть суворо контролюватися [47].

Як показано на рис. 9, насіння повністю проходить процес попінгу при температурі 260°C протягом 15 с на гарячому повітрі. Більшість насіння амаранту демонстрували конфігурацію двох мильних бульбашок або форми метелика. Коефіцієнт розширення становив 6,8. Більша частина ембріональної тканини, яка оточує крохмалистий перисперм в насінні амаранту, залишилася навіть після попінгу [48].

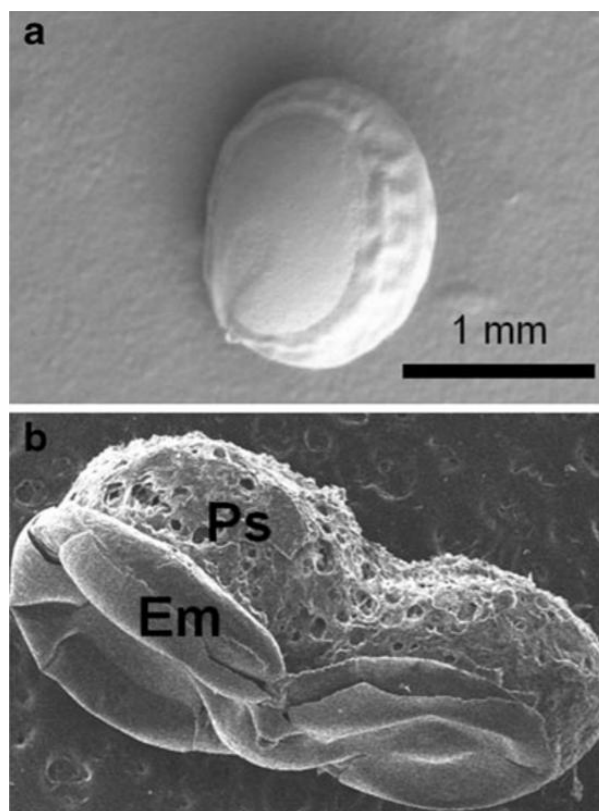


Рис. 2 Скануюча електронна мікрофотографія амаранту: нативне насіння (а) та насіння, що піддалося "попінгу" (b).

Режими отримання "повітряного амаранту" за допомогою сковороди наведені у табл. 1.5 [48].

Таблиця 1.5 – Режими приготування “повітряного насіння” амаранту

Температура, °С	Час, с	Об’єм, см ³	Вихід зерна, %
120	6	0,493	28
120	13	0,503	53
120	30	0,413	67
130	6	0,517	60
130	8	0,536	58
130	10	0,448	60
130	13	0,447	62
140	6	0,443	59
140	7	0,489	80
145	5	0,524	50
145	7	0,436	75
150	5	0,466	43
150	6	0,458	60

В табл.1.6 представлені результати попінгу насіння при різних температурах. При 150 ° С не спостерігається поява вибуху; насіння було в основному підгорілими. З підвищенням температури починається зміна органолептичного вигляду насіння, він становиться горілий, при 160 і 170 °С в результаті тривалого водіння тепла. При 180 °С було отримано насіння з високим відсотком впаданя (> 90%). При більш високих температурах 190 і 200 ° С, насіння почали вибухати через кілька секунд.

Оптимальна температура для в зриву насіння становила 180°С. При цій температурі обсяг розширення, розмір оболонки і частка необробленого ядра становили 9,4-11,3 см³ / г, 0,010-0,012 см / г і 10-2% відповідно. [49]

Розширення, розмір оболонок і пропорції не оброблених зерен зазначені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Характеристика якості підірваних зерен амаранту

Температура, °С	Об'єм розширення, см ³ / г	Розмір пластівців, см ³	Необроблена частка ядра, (%)
160	8.1–9.0	0.097–0.011	20–15
170	8.7–9.3	0.095–0.010	12–8
180	9.4–11.3	0.010–0.012	10–2

Отримані результати показали, що насіння амаранту мали невеликий обсяг розширення, розмір лусочок і долю не підірваних ядер в порівнянні з насінням попкорну. Це пов'язано з великою різницею в розмірах амаранту і попкорну. Попкорн типу жовтої перлини має обсяг розширення 24,2-36,2 см³ / г, розмір лусочок 3,8-4,7 см³, а частка необробленого ядра складає 1,2-2,1%.

Поппінг є традиційним методом приготування насіння амаранту. Використовуючи гарячу плиту при 180 ° С, насіння досягли оптимальних характеристик вискоблювання, включаючи обсяг розширення, розмір пластівців і пропорцію неподрібнені ядра. Ці властивості були менше, ніж у попкорну. [49]

Близько 90% зерна амаранту легко засвоюється, і завдяки своїй легкості в травленні воно традиційно використовується пацієнтами, які одужують після тривалого голодування або хвороби. [12] Також використання для сильно виснажених дітей і збільшенням індексу маси тіла людей, раніше виснажених через ВІЛ / СНІДУ. [50]

2 МЕТОДИ ТА МАТЕРІАЛИ

2.1 Визначення вологості зерна амаранту

Об'єктом досліджень була технологія зволоження зерна амаранту плазмохімічно активованою водою та вплив цього процесу на процес попінгу.

Предметом досліджень – властивості зернової маси амаранту, процес зволоження та попінг. Дослідження проводили на зразках зерна амаранту сортів «Ультра», «Харківський дейх», «Студентський» та «Лера».

Дослідження проводилися на кафедрі Дніпропетровського Державного Аграрно-Економічного Університету технології зберігання та переробки сільськогосподарської продукції.

Найважливішим показником зерна для даної роботи була вологість. Для визначення даного показника використовувався експрес метод визначення вологи

При визначенні вологості зерна амаранту застосовують наступні прилади і обладнання: сушильну шафу СЕШ-3М, аналітичні ваги з ціною поділки 0,01 г, подрібнювач, бюкси, ексікатор та щипці тигельні. На аналітичних вагах зважують бюкси та додають у них наважки проб зерна (вага наважки була взята 5 г.). Зерно необхідно подрібнити для збільшення площі контактуючої поверхні. Процес сушки зерна проходить в сушильній шафі. За допомогою секундоміра контролюється тривалість процесу сушіння. Щипцями виймають розігріті бюкси з сушильної шафи і розміщують в ексікатор для охолодження.

Загальний вигляд сушильної шафи моделі СЕШ-3М показано на рис.2.1.

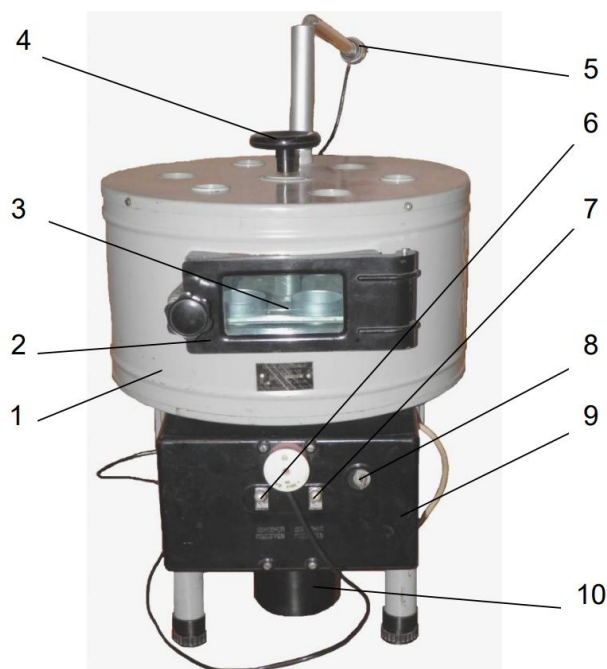


Рисунок 2.1- Сушильна шафа СЕШ-

В корпусі 1 за дверцятами 2 знаходиться поворотний стіл 3 на який встановлюють десять буюків з наважками розмеленого зерна. Обертання стола здійснюється за допомогою штурвала 4. 10 1 – корпус; 2 – дверцята; 3 – поворотний стіл; 4 – штурвал; 5 – контактний термометр; 6 – тумблер основного підігріву; 7 – тумблер додаткового підігріву; 8 – сигнальна лампа; 9 – електропідігрівач; 10 – вентилятор. Контактний термометр 5 через блок керування підключений до електропідігрівача 9. Термометр встановлюється на задану температуру (130°C). При піднятті ртуті в термометрі до встановленої позначки вимикається спіраль електропідігрівача за допомогою реле і шафа охолоджується. Роботу з сушильною шафою починають з розігрівання до температури 130°C , для чого включають тумблер основного підігріву 6 та тумблер додаткового підігріву 7. При цьому загорається сигнальна лампа 8. По досягненню заданої температури додатковий підігрів припиняється і сигнальна лампочка гасне. Якщо температура в шафі падає, то додатковий підігрів відновлюється і сигнальна лампочка загорається. Всередині

шафи є вентилятор 10, який підігрітим повітрям обдуває бюкси на поворотному столі, забезпечуючи рівномірне нагрівання та висушування. Розігріті бюкси з сушильної шафи виймають тигельними щипцями, а руки захищають бавовняними термозахисними рукавицями.

Спочатку пусті відкриті бюкси прогрівають в сушильній шафі при температурі 130°C протягом 60 хвилин. Із проби зерна кожного сорту, що задіяні в даній роботі, беруть приблизно 30 г та подрібнюють. Бюкси з кришками виймають із шафи тигельними щипцями, зважують на аналітичних вагах і записують результати у відповідний стовпчик таблиці звіту. На аналітичних вагах з зерна кожного сорту відважують дві наважки по 5 г у бюксах відповідних номерів (зазначених в таблиці звіту). Зважені бюкси з подрібненим зерном вміщують у сушильну шафу розігріту попередньо до температури 130°C. Спочатку у гнізда поворотного столу ставлять кришки бюксів. При установці бюксів на поворотний стіл температура в шафі знижується на 6...8°C, а після закриття дверцят повертається на попередню задану позначку. Відлік часу просушування – 40 хвилин – починається з моменту відновлення температури в 130°C. Через 40хв підігрівач вимикають, бюкси виймають тигельними щипцями, закривають кришками, охолоджують в ексікаторі протягом 15...20 хвилин і знову зважують з точністю до 0,01г. Різниця ваги бюксів з зерном до і після підсушування складає втрату вологості цим зерном. Вологість зерна без попереднього підсушування (W) визначають у відсотках за формулою 2.1:

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

де m_1 та m_2 – маса наважки зерна (без ваги бюксів) відповідно до і після висушування, г.

2.2 Плазмохімічна обробка води

Для здійснення плазмохімічної обробки води та водних розчинів у лабораторних умовах сконструйовано експериментальну установку, схему якої відображено на рис. 2.2. Вихідна напруга надходить на підвищувальний трансформатор, з вторинної обмотки трансформатора перемінний струм подається на мостовий випрямлювач і далі вже пульсуюча напруга через баластний резистор подається на електроди реактора. Додатково до анода реактора підключений пристрій підпалу, який формує імпульси напруги амплітудою 15 кВ при тривалості до 1,5 мс. Імпульси чітко синхронізовані з фазою пульсуючої напруги. У момент формування імпульсу підпалу відбувається пробивання між електродами реактора вакуумного простору, який створюється шляхом вакуумування газової фази з реактора вакуум-насосом. Виникає різке падіння опору, в результаті якого починає протікати анодний струм, створюючи розряд.

Матеріал, з якого виготовлений реактор – молібденове скло. Електрод, виготовлений з нержавіючої сталі, розташований в донній частині реактора. Рухливий електрод з тугоплавкого матеріалу розташовано над поверхнею рідини, що заливається в реактор, на відстані $(5-7) \cdot 10^{-3}$ м. Відкачування газової фази проводилося через патрубок, що міститься на кришці реактора.

Плазма формується в момент підпалу і згасає в момент закінчення пульсацій анодної напруги. Частота повторення такого процесу складає 100 Гц.

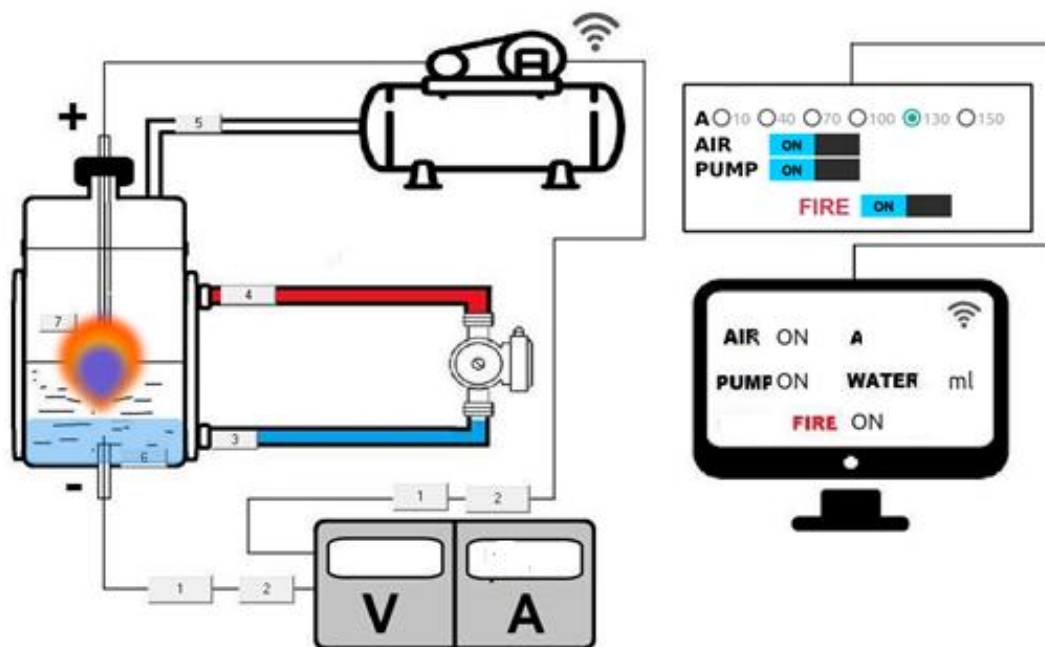


Рисунок 2.2 – Лабораторна установка для плазмохімічної обробки води та водних розчинів. 1,2 – електроди і прилади вимірювання напруги та струму; 3,4 – система охолодження реактора; 5 – вакуум насос з лінією вакуумування; 6 – вода або водний розчин; 7 – плазмовий розряд

Плазмохімічному обробленню були піддані водопровідна та дистильована вода. У табл. 2.1 наведені основні експлуатаційні параметри лабораторної установки.

Таблиця 2.1 – Експлуатаційні параметри установки

Параметри	Дистильована вода	Водопровідна вода
Час обробки	30 хв.	30 хв.
Сила струму	0,125 А	0,180 А
Напруга валатрію	175 В	200 В
Тиск	0,3 МПа	0,3 МПа

Експериментальна установка для плазмохімічної обробки води та водних розчинів, яка використовувалась у даному експерименті зображена на рис. 2.3



Рисунок 2.3 – Експериментальна установка для плазмохімічної обробки води

Визначення вмісту перекису водню в плазмохімічно обробленій воді відбувалось за допомогою тест-смужок (рис. 2.4)



Рисунок 2.4 – Визначення вмісту перекису водню у складі плазмохімічно обробленої води

2.3 Визначення виходу «зірваних» зерен амаранту

Визначення виходу «зірваних» зерен має важливе значення, так як цей показник вказує на кількість «зірваних» зерен під час НВЧ-обробки. Після проведення процесу попінгу, «зірвані» зерна були виділені та зважені. Зерна вважалися повністю «зірваними», якщо при візуальному огляді не було виявлено «не зірваного» ендосперму. Вихід «зірваних» зерен, $B_{33},\%$ визначали за формулою (2.2):

$$B_{33} = \frac{m_{33}}{m_{33} + m_{ч3} + m_{н3}}, \quad (2.2)$$

де m_{33} – маса «зірваних» зерен, г;

$m_{ч3}$ – маса «частково зірваних» зерен, г;

$m_{н3}$ – маса « не зірваних» зерен, г

Дослідження проводились за допомогою мікрохвильової печі фірми Samsung (Корея), максимальна потужність якої дорівнює 800 Вт, а робоча частота становить 2450 МГц. Даний пристрій зображено на рис. 2.5



Рисунок 2.5 – Побутова мікрохвильова піч Samsung

2.4 Зволоження зерна амаранту

Для зволоження зерна амаранту необхідно на аналітичних вагах (точність вимірювання до 0,01 г.) відібрати наважку вагою 10 г., яку поміщують у скляну банку. Насип амаранту розрівнюють та заливають водою доки вона не буде покривати усю поверхню зерна. У попередніх дослідженнях було виявлено, що оптимальна вологість для попінгу зерна амаранту становить 15%. Кожен з досліджуваних сортів був окремо зволожений до цього показника. Маса вологи, які необхідно було додати розраховувалась за формулою 2.3:

$$m_B = \frac{m_H \cdot 100}{100 - (W_2 - W_1)} - m_H \quad (2.3)$$

де m_H – маса наважки (маса наважки дорівнювала 20 г.)

W_1 – фактична вологість сировини

W_2 – необхідна вологість сировини (у даному експерименті 15%)

Розрахована волога додавалась у банку з зерном амаранту, накривалась харчовою плівкою та закривалась кришкою. Тривалість зволоження дорівнювала 48 годин. Абсолютна вологість розраховувалась за формулою:

$$W = \frac{m_{\text{заг}} - m_H + \frac{m_H \cdot W_{\text{поч}}}{100}}{m_{\text{заг}}} \cdot 100 \quad (2.4)$$

де $m_{\text{заг}}$ – маса, що набув об'єкт після зволоження

$W_{\text{поч}}$ – початкова волога об'єкту

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження сировини для проведення експерименту

Були досліджені проникні властивості плазмохімічно обробленої води. У різних сортах зерна амаранта. Для експерименту було активовано дистильовану та водопровідну воду з параметрами описаними в табл. 2.1. В табл. 3.1 описані рН середовища та концентрація перекису водню в обробленій та необробленій воді.

Таблиця 3.1 – Параметри води

Назва води	рН	Вміст
	середовища	H ₂ O ₂ , мг/л
Дистильована	5,92	0
Активована дистильована	3,93	500
Водопровідна	7,12	0
Активована водопровідна	9,08	700

Водопровідна вода була відібрана в Дніпропетровському Державному Аграрно-Економічному Університеті.

Також для експерименту активовану дистильовану воду було розведено з дистильованою водою у співвідношенні 1:1. Отримана вода мала вміст H₂O₂ 250 мг/л.

Транспортування плазмохімічно обробленої води відбувалось у скляній тарі.

Для експерименту було взято чотири сорти зерна амаранту. Дані сорти зображені на рис. 3.1



а)



в)

б)



г)

Рисунок 3.1 – Сорти зерна амаранту

а – «Ультра»; б – «Харківський дейх.»; в – «Лера»; г – «Студентський»

Було визначено початкову вологість кожного з сортів. Вологість досліджуваного зерна описана у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Вологість зерна амаранту

Сорт	Маса бюкса з наважкою до сушіння	Маса бюкса з наважкою після сушіння	Усушка	Вологість	Середня вологість
Ультра	19,6	19,06	0,54	10,8	10,7
	19,33	18,8	0,53	10,6	
Харків дейх.	19,14	18,66	0,48	9,6	9,6
	19,7	19,22	0,48	9,6	
Лера	19,26	18,62	0,64	12,8	12,7
	19,35	18,72	0,63	12,6	
Студенський	19,74	19,26	0,48	9,6	9,6
	19,91	19,43	0,48	9,6	

3.2 Дослідження впливу плазмохімічно обробленої води на процес попінгу зерна амаранту

При дослідженні процесу попінгу цих сортів було виявлено, що сорти «Студентський» та «Ультра» не придатні для отримання повітряного зерна. Сорта «Харків дейх.» та «Лера» показали відносно невеликий вихід зерна. НВЧ-обробка відбувалась 2 хв. за напругою 700 Вт. Усі зерна були зволожені до 15% окремо плазмохімічно обробленою та не обробленою водою. Відбір готового продукту з зернової маси проводився вручну, як зображено на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Процес відбору зерен амаранту, що піддалися попінгу.

Дані про вихід повітряного зерна цих двох сортів описано у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Вихід повітряного зерна амаранту

Зерно амаранту	Вихід зерна, %
«Харків дейх.» не оброблений	8,3%
«Харків дейх.» оброблений	8,4%
«Лера» не оброблений	7,2%
«Лера» оброблений	7,2%

За органолептичними властивостями готовий продукт вироблений з зерна зволоженого плазмохімічно обробленою водою не відрізняється від зерна зволоженого дистильованою водою та відповідає стандартам якості для споживання людиною.

3.3 Дослідження впливу плазмохімічної обробки дистильованої води на процес зволоження зерна амаранту.

Під час дослідження процесу зволоження зерна плазмохімічно обробленої дистильованої води було прийнято рішення дослідити вплив трьох зразків води на кожний сорт. Контрольними точками були обрані наступні проміжки часу: 6, 12, 18, 24, 30 годин. За даними досліджень для кожного з сортів був побудований графік залежності абсолютної вологості від тривалості процесу зволоження. Графік для сорту «Студентський» зображено на рис. 3.3.

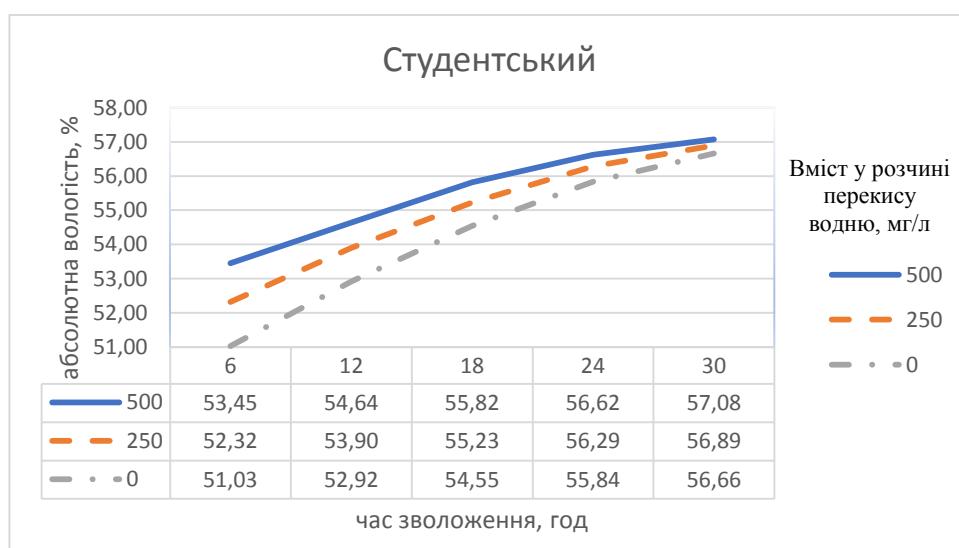


Рисунок 3.3 -Графік залежності абсолютної вологості зерна амаранту сорту «Студентський» від тривалості процесу зволоження дистильованою плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

Графік для сорту «Лера» зображено на рис. 3.4.

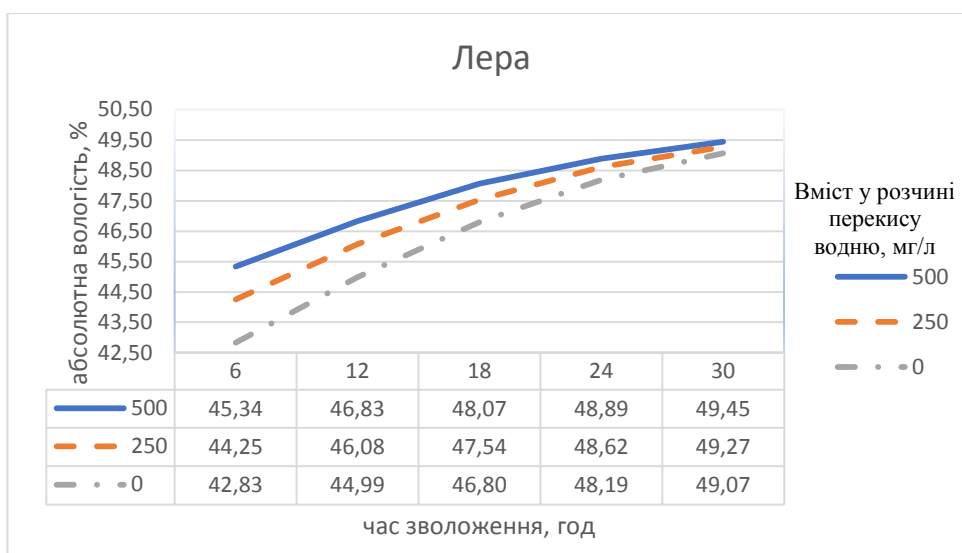


Рисунок 3.4 -Графік залежності абсолютної вологості зерна амаранту сорту «Лера» від тривалості процесу зволоження дистильованою плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

Графік для сорту «Харків дейх.» зображено на рис. 3.5.

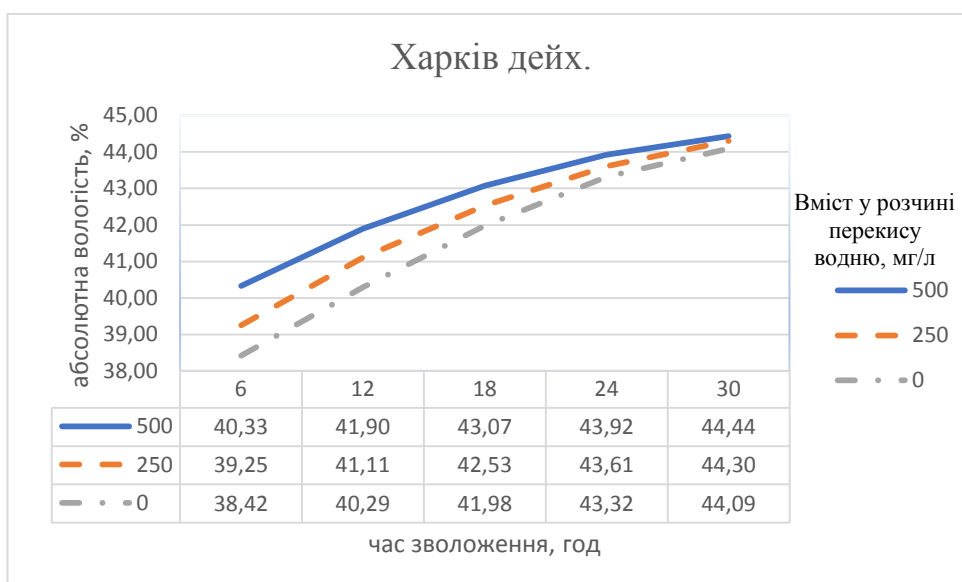


Рисунок 3.5 -Графік залежності абсолютної вологості зерна амаранту сорту «Харків дейх.» від тривалості процесу зволоження дистильованою плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

Графік для сорту «Харків дейх.» зображено на рис. 3.6.

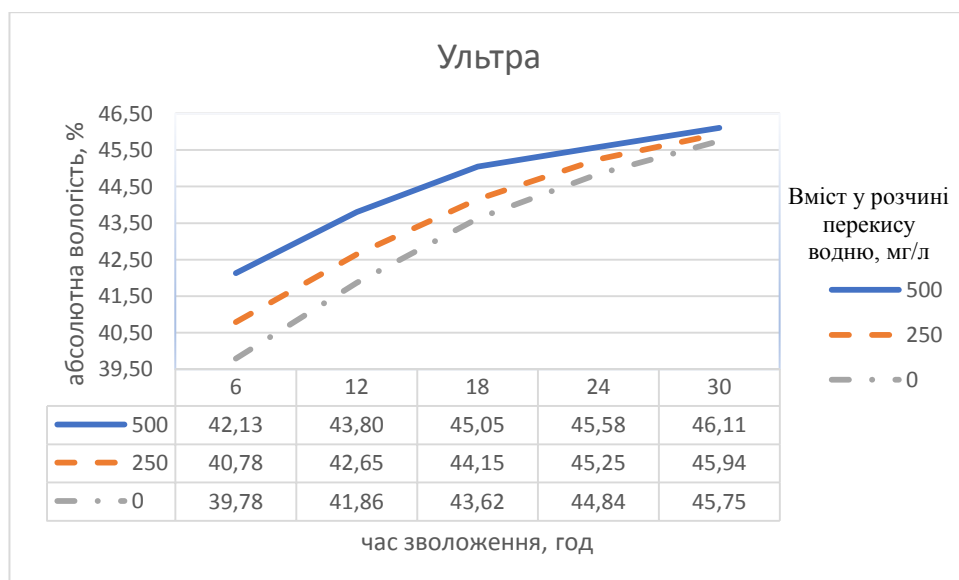


Рисунок 3.6 -Графік залежності абсолютної вологості зерна амаранту сорту «Харків дейх.» від тривалості процесу зволоження дистильованою плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

3.4 Дослідження впливу плазмохімічної обробки водопровідної води на процес зволоження зерна амаранту.

За аналогією до попереднього пункту для кожного сорту зерна амаранту був побудований графік залежності абсолютної вологості до тривалості процесу зволоження. Також необхідно звернути увагу, що на відміну від дистильованої води, у плазмохімічно обробленої води більший вміст перекису водню (700 мг/л). Графік для сорту «Студентський» зображено на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 -Графік залежності абсолютної вологості зерна амаранту сорту «Студентський» від тривалості процесу зволоження водопровідною плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

Графік для сорту «Лера» зображений на рис. 3.8.

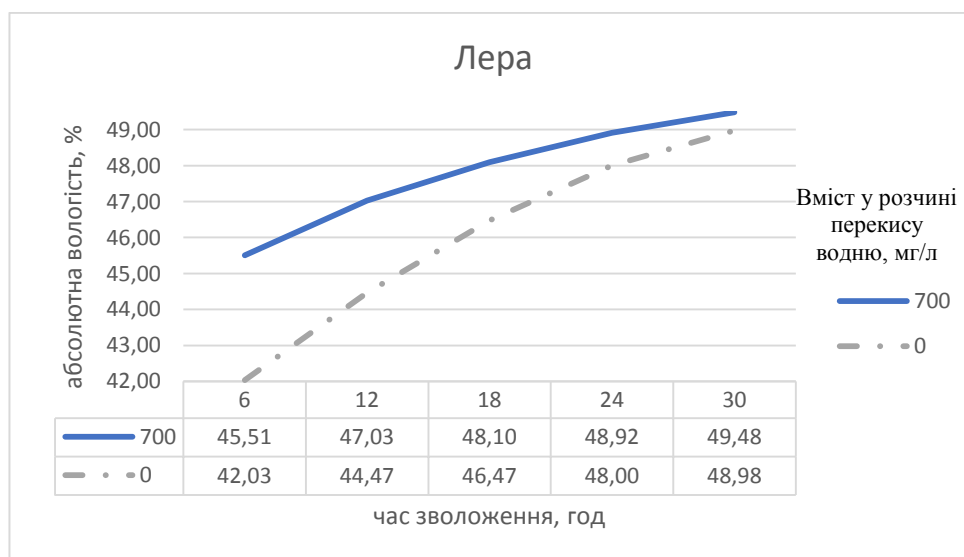


Рисунок 3.8 -Графік залежності абсолютної вологості зерна амаранту сорту «Лера» від тривалості процесу зволоження водопровідною плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

Графік для сорту «Харків дейх.» зображено на рис. 3.9

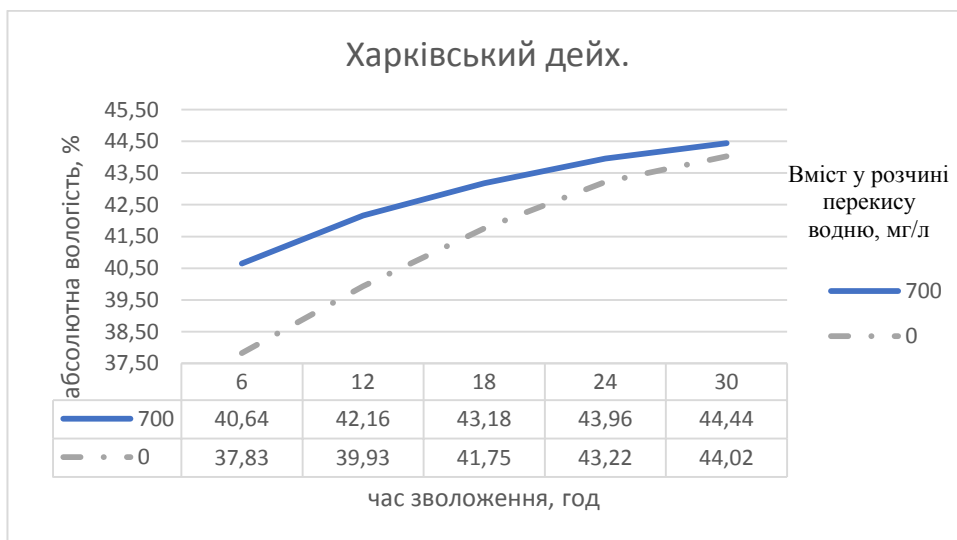


Рисунок 3.9 -Графік залежності абсолютної вологості зерна амаранту сорту «Харків дейх.» від тривалості процесу зволоження водопровідною плазмoxiмічно обробленою і не обробленою водою.

Графік для сорту «Ультра» зображено на рис. 3.10

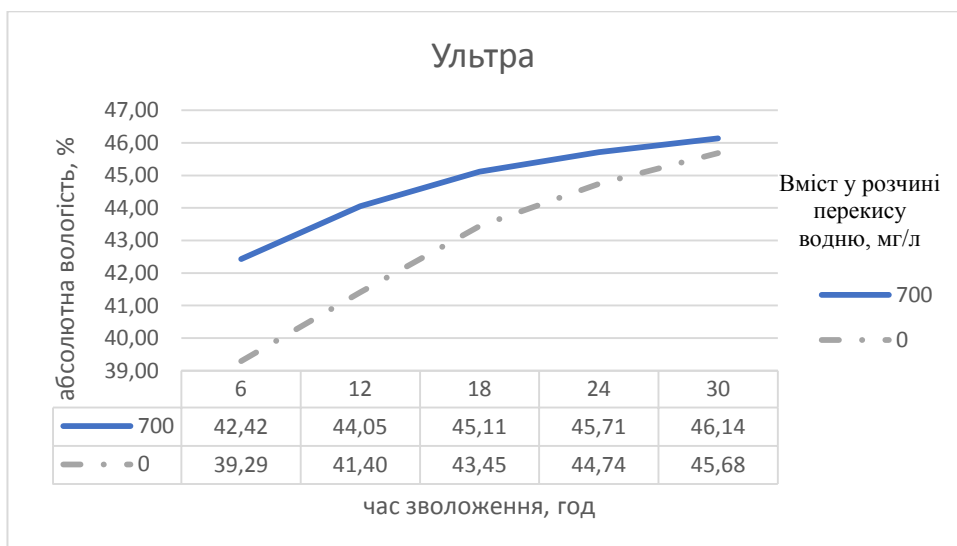


Рисунок 3.10 -Графік залежності абсолютної вологості зерна амаранту сорту «Ультра» від тривалості процесу зволоження водопровідною плазмoxiмічно обробленою і не обробленою водою.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Визначення понять і термінів

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів й засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Роботодавець – це власник підприємства, установи, організації чи уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, та фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник – це особа, що працює на підприємстві, в організації, установі і виконує обов'язки чи функції згідно з трудовим договором . [51]

Суб'єкт господарської діяльності – це юридична чи фізична особа, у власності або у користуванні якої мається хоча б один об'єкт підвищеної небезпеки;

об'єкт підвищеної небезпеки – це об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються одна чи кілька небезпечних речовин або категорій речовин у кількості, яка дорівнює чи перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, які відповідно до закону являються реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру;

небезпечна речовина – це хімічна, токсична, вибухова, окислювальна, горюча речовина, біологічні агенти і речовини біологічного походження (біохімічні, мікробіологічні, біотехнологічні препарати, патогенні для людей та тварин мікроорганізми тощо), що становлять небезпеку для життя й здоров'я людей і довкілля, сукупність властивостей речовин й/або особливостей їх стану, внаслідок яких за певних обставин може створитися загроза життю й здоров'ю людей, довкіллю, матеріальним і культурним цінностям;

порогова маса небезпечних речовин – це нормативно встановлена маса окремої небезпечної речовини чи категорії небезпечних речовин або сумарна маса небезпечних речовин різних категорій;

ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки – це порядок визначення об'єктів підвищеної небезпеки серед потенційно небезпечних об'єктів;

потенційно небезпечний об'єкт – об'єкт, на якому можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, які за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії;

аварія на об'єкті підвищеної небезпеки – це небезпечна подія техногенного характеру, яка виникла внаслідок змін під час експлуатації об'єкта підвищеної небезпеки (наднормативний викид небезпечних речовин, пожежа, вибух тощо) та яка спричинила загибель людей або створює загрозу життю й здоров'ю людей і довкіллю на його території і/або за його межами;

транскордонний вплив аварії – це шкода, що заподіяна населенню й довкіллю однієї держави внаслідок аварії, що сталася на території іншої держави;

ризик – це ступінь імовірності певної негативної події, що може відбутися в певний час чи за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки та/або за його межами;

прийнятний ризик – це ризик, що не перевищує на території об'єкта підвищеної небезпеки та/або за її межами гранично допустимого рівня;

управління ризиком – це процес прийняття рішень та здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику;

декларація безпеки – це документ, що визначає комплекс заходів, які вживаються суб'єктом господарської діяльності з метою запобігання аваріям, а також забезпечення готовності до локалізації, ліквідації аварій і їх наслідків.[52]

4.2 Небезпечні та шкідливі фактори

Небезпечність роботи на борошномельних виробництвах, елеваторах й складах БЗБ (безтарного збереження борошна) обумовлена утворенням у технологічному процесі виробничого пилу органічних горючих речовин. На всіх етапах виробничих процесів, спрямованих на зберігання та транспортування, можливе утворення пожежо-вибухо небезпечних пило-повітряних сумішей.

Пило-повітряна суміш, яка утворюється в технологічних апаратах і механізмах, машинах й бункерах унаслідок неповної герметизації устаткування, а іноді й через неефективну роботу аспіраційних систем в тій чи іншій кількості проникає у зону обслуговування, в вільні об'єми виробничих приміщень.

Пил, що міститься в повітрі, поступово осідає на стінах, стелях, підлогах, машинах й конструктивних елементах, утворюючи шар пилу, який легко звихрюється, - аерогель, від пориву вітру, струсу. Обмітання віниками чи сухими швабрами аерогель підіймається у повітря, створюючи вибухонебезпечну пило-повітряну суміш. Часто пило-повітряна суміш утворюється у результаті поломки самопливних труб чи нагнітальних ділянок аспіраційних мереж. [53]

Розсипи та завали дрібнодисперсного чи запарошеного продукту являється джерелом виникнення вибухонебезпечної пило-повітряної суміші у об'ємі виробничих приміщень, особливо при локальних спалахах аеросуспензії у різних ділянках виробництва.

Виникнення в умовах виробництва джерел запалювання:

Джерела запалювання пило-повітряної суміші можуть виникати при проведенні як основних, так й допоміжних виробничих операцій. Потенційно небезпечними являються електросвітильники, електронагрівач, засоби електросигналізації, несправне устаткування тощо. При порушенні правил установки й експлуатації, вони можуть стати джерелом загоряння та вибуху. Для

запалювання теплове джерело має мати достатню потужність й температуру. Температура запалювання аерозолі є вищою за температуру запалювання аерогелю.

На відміну від звихреного пилу запалити пил-аерогель, який осів на поверхнях, може джерело з значно меншою тепловою енергією та температурою. Тління, що виникло в аерогелі, розвиваючись, перетворюється на достатньо могутнє теплове джерело, здатне запалити пило-повітряну суміш.[53]

Отже, в умовах зернопереробного підприємства будь-яке теплове джерело являється небезпечним й має бути взято до уваги при розробці заходів по запобіганню пожежам та вибухам пилу. Такими запальниками можуть бути підшипник, який перегрівся, вал, який треться об станину, шків, що нагрітий буксуючою приводною стрічкою та зажевіла від тертя провідним шківом стрічка. Запалювання може відбутися через удари ковшів, бичів та інших деталей по кожуху чи ситовій поверхні.

Часто джерелом запалювання являється самозагорання матеріалів, які злежалися. Маса промасленого ганчір'я, яка накопичилася, за деяких умов може самозапалитися. Небезпечна поява самозігрівання у масі продукту, який зберігається у силосі.

Перегрів та загорання електродвигунів, коротке замикання електропроводки й розряд блискавки при неправильно виконаному чи несправному блискавко захисту також можуть стати джерелами запалювання.

Куріння у цехах являється прикладом ненавмисної провокації пилового вибуху. При курінні не в спеціально відведених місцях випадково випавша іскра, тліючий недопалок можуть потрапити у шар пилу. [54]

На працівник, що виконує роботу з НВЧ-обладнанням, можуть впливати наступні небезпечні й шкідливі фактори:

- недостатня освітленість робочої зони;

- ураження електричним струмом при пошкодженій ізоляції шнура живлення, штепсельної вилки, ушкодженому корпусі;
- поразка термічними опіками при торканні руками нагрітої мікрохвильової печі, а також гарячою рідиною чи парою;
- ураження електричним струмом при несправному заземленні корпусу мікрохвильової печі й відсутності діелектричного килимка. [55]

4.3 Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників

До роботи допускаються особи, що пройшли курс навчання й знають будову і правила обслуговування всіх видів обладнання. Робітники, що допущені до експлуатації обладнання, мають пройти ввідний інструктаж з охорони праці на своєму робочому місці, мають знати правила пожежної безпеки, мають вміння надавати першу медичну допомогу при ураженні електричним струмом. Через кожні шість місяців має проводитись повторний інструктаж за програмою ввідного інструктажу на робочому місці з урахуванням специфіки роботи. Якщо відбувся нещасний випадок чи виявлено порушення правил охорони праці, адміністрація підприємства має провести позачерговий інструктаж. Рекомендується щорічно проводити навчання працівників з питань охорони праці за шести- восьмигодинною програмою. Знання оцінюють кваліфікаційною комісією з числа інженерних кадрів підприємства.

Забороняється палити та користуватися приладами відкритого вогню та проводити електрозварювальні роботи у приміщеннях цехів під час роботи заводу. На проведення зварювальних чи електрозварювальних робіт дозвіл надає головний інженер підприємства. Підприємство повинно бути зупинено. З виробничого приміщення необхідно видалити пил (у тому числі й з елементів будівельних конструкцій, технологічного, транспортного, аспіраційного і іншого обладнання).

Місце проведення зварювальних чи електрозварювальних робіт має бути огорожене, а також облаштоване засобами пожежогасіння. [56]

В процесі роботи з НВЧ-обладнанням працівнику повинен бути надан спецодяг й засоби індивідуального захисту: діелектричний килимок, фартух бавовняний та головний убір, халат.

Приміщення має бути обладнане ефективною припливно-витяжною вентиляцією.

В приміщенні має бути медична аптечка з набором необхідних медикаментів та перев'язувальних матеріалів, призначена для термінового надання першої допомоги потерпілим при травмах.

4.4 Правила безпечного виконання робіт при роботі з НВЧ обладнанням

Вимоги безпеки перед початком роботи:

- Перед використанням мікрохвильової печі необхідно уважно ознайомитися з інструкцією по експлуатації. Після прочитання зберегти для використання у майбутньому.
- Переконатися, що мікрохвильова піч встановлена на горизонтальній, рівній поверхні, яка є досить міцною для того, щоб витримати вагу печі.
- Одягти спецодяг, волосся заправити під косинку чи ковпак, застебнути санітарний одяг на всі гудзики (зав'язати зав'язки), не допускаючи звисаючих кінців одягу. Переконатися в наявності на підлозі біля мікрохвильової печі діелектричного килимка.
- Перевірити наявність й цілісність ручок пакетних перемикачів мікрохвильовій печі, а також справність вилки та надійність під'єднання мережевого шнура до 3-х контактної заземленої розетки мережі змінного струму.

- Переконалися, що вентиляційні отвори мікрохвильової печі не закриті тканиною чи папером.

- Особливу увагу звернути на те, щоб дверцята печі надійно закривалися, ущільнювачі дверцят й ущільнюючі поверхні були не пошкоджені, петлі дверцят не зламані чи ослаблені.

- Про всі виявлені несправності обладнання, інвентарю, електропроводки і інші неполадки повідомити свого керівника і приступити до роботи тільки після їх усунення.

Вимоги безпеки під час роботи:

- Мікрохвильова піч (НВЧ-піч) має мати спеціальну систему захисту, що перешкоджає поширенню (витоку) електромагнітних хвиль: щільно прилягаючі дверцята, що не пропускають електромагнітні хвилі та скло із захисною сіткою.

- При закладанні їжі у камеру мікрохвильової печі слід дотримуватися відстані близько 2 см від стінок, щоб уникнути іскроутворення.

- Ні у якому разі не можна намагатися користуватися піччю при відкритих дверцятах, псувати блокувальні контакти (засувки дверцят) чи вставляти що-небудь в отвори блокувальних контактів.

- Для приготування їжі в мікрохвильовій печі дозволяється використовувати посуд з кераміки, скла, фарфору й пластмаси. Не використовувати металевий посуд, столовий посуд з золотою чи срібною обробкою, вертіла, вилки.

Для попередження вибуху через зростання тиску при підігріві продуктів:

- у пляшках, банках, судинах в герметичній чи вакуумній упаковці потрібно зняти кришку;

- якщо продукт має повітронепроникну шкірку необхідно проткнути шкірку.

Виймаючи посуд з НВЧ-обладнання необхідно дотримуватися особливої обережності, щоб не отримати опік.

- використовувати товсті рукавиці, прихватки.
- стояти на відстані витягнутої руки;
- Під час та після закінчення процесу приготування їжі забороняється торкатися до нагрівальних елементів чи внутрішніх стінок печі, тому що стінки можуть бути досить гарячими для того, щоб викликати опік.

- Не допускається контакт займистих матеріалів з будь-якими внутрішніми поверхнями печі.

При використанні НВЧ-обладнання забороняється:

- використовувати мікрохвильову піч при відкритих дверцятах, адже при відкритих дверцятах може виникнути надмірне навантаження випромінювання;
- використовувати мікрохвильову піч при наявних несправностей, забруднень на поверхні дверцят, нальоту, механічних пошкоджень;
- поміщати у піч: посуд з позолоченим орнаментом, стакани й посуд з кришталю, посуд з термостійкістю до 140 °С, кухонний посуд з металу (сталеві, алюмінієві каструлі і т. д.);
- нагрівати пляшки, банки, посудини у герметичній і вакуумній упаковці, продукти з повітронепроникною шкіркою або шкаралупою;
- нагрівати в мікрохвильовій печі щільно закриті посудини, щоб уникнути руйнування цих посудин під напором пари;
- включати порожню мікрохвильову піч;
- торкатися до нагрівальних елементів чи внутрішніх стінок печі;
- зберігати легкозаймисті матеріали всередині печі;
- наповнювати судини до країв;
- лити воду на мережевий шнур або вилку та нагрівати їх;
- розміщувати на корпусі предмети.

Вимоги безпеки після закінчення роботи:

- необхідно провести відключення мікрохвильової піч від мережі;

- необхідно очистити мікрохвильову піч від забруднень;
- зняти з себе спецодяг та вимити руки з милом;
- при наявності зауважень у роботі мікрохвильової печі повідомити керівника.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях:

- при виникненні будь-якої несправності у роботі мікрохвильової печі, а також при порушенні захисного заземлення її корпусу, або ізоляції кабелю живлення роботу слід негайно припинити й відключити електроприлад від електромережі. Роботу дозволяється відновити тільки після усунення всіх несправностей;

- у разі виникнення короткого замикання та загоряння електрообладнання мікрохвильової печі потрібно негайно відключити її від електричної мережі, евакуювати людей з приміщення та приступити до ліквідації осередку загоряння використовуючи вогнегасника. При подальшому поширенні вогню необхідно викликати пожежну службу, зателефонувавши 101, та повідомити про подію безпосередньому керівнику;

- у разі ураження електричним струмом необхідно відключити мікрохвильову піч від електричної мережі та надати потерпілому першу медичну допомогу. При відсутності у потерпілого дихання та пульсу потрібно зробити йому штучне дихання та провести непрямий масаж серця, викликати швидку медичну допомогу чи організувати його транспортування у найближчий медичний заклад. Після цього повідомити про те, що трапилося керівнику. [55]

4.5 Дії працівників у разі вибуху трансформатора

Вибух — це дуже швидке хімічне перетворення речовини з миттєвим виділенням великої кількості енергії в невеликому об'ємі. Важливою ознакою

вибуху являється різке збільшення тиску, що викликає у навколишньому середовищі ударну хвилю. Вибух має велику руйнівну силу й може бути не тільки наслідком пожеж, але і їх причиною.

Аварії, пов'язані з вибухами, що виникають на вибухопожежонебезпечних об'єктах, становлять особливу небезпеку для працівників підприємства та для населення оточуючої території.

При виникненні вибуху трансформатору необхідно:

- попередити робітників та службовців, зателефонувати у аварійно-рятувальну службу та оповістити населення, що проживає поблизу; скористатися індивідуальними засобами захисту, а у разі їх відсутності для захисту органів дихання від пилу використовувати ватно-марлеву пов'язку;
- при пошкодженні будівлі вибухом входити й виходити з неї необхідно дуже обережно, переконавшись у відсутності значних ушкоджень перекриттів, стін, ліній електро-, водо- та газопостачання, а також пожежі й витоків газу;
- якщо вибух спричинив займання, необхідно скористатися первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками, протипожежним інвентарем). Для перешкодження поширення вогню треба задіяти внутрішні пожежні кран-комплекти й пожежні гідранти;
- надати допомогу людям, що опинилися під уламками конструкцій;
- допомогти витягти людей з-під завалів.

При проведенні дій з врятування постраждалих потрібно дотримуватися запобіжних заходів від можливого обвалення будівлі, пожежі й інших небезпек. Необхідно обережно вивести працівників й надати їм домедичну допомогу, загасити палаючий одяг, припинити дію електричного струму, зупинити кровотечу у постраждалих, перев'язати рани та накладити шини при переломах кінцівок. [57]

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Мета проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень - оцінка результатів та доцільності проекту в цілому. Плазмохімічно активована вода має високу проникаючу здатність й антисептичні властивості за рахунок дрібнокластерної структури та наявності пероксидних сполук. Вода, піддана дії контактної нерівноважної плазми, не містить у своєму складі додатково привнесених хімічних речовин, що дозволяє отримати в результаті хімічно чистий продукт. Доведено, що вода, оброблена контактною нерівноважною плазмою, за рахунок подрібнення кластерних структур на молекулярному рівні, покращує транспорт вологи в середину зерна. Тривалість поглинання вологи до нормованого рівня значно скорочується. Застосування активованої води збільшує швидкість набухання зерна, підвищує енергію та здатність проростання всіх зернових культур. [58]

Активована під дією контактної нерівноважної плазми вода, яка має антисептичні та антибактеріальні властивості [59].

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

Перелік робіт, який передбачений ходом дослідження з обґрунтування процесу використання плазмохімічно обробленої води для зволоження зерна амаранту, наведений у табл. 5.1.

Відповідно до плану проведення дослідження необхідно збудувати сітьовий графік – графічна модель, яка відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів та дозволяє шляхом розрахунків обрати оптимальний варіант

виконання проекту. Це надає можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 5.1).

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір напрямку наукових досліджень	2
2-3	Робота з літературними джерелами та написання огляду	19
3-4	Розробка плану проведення науково-дослідних робіт	4
4-5	Розробка методик наукових досліджень	3
5-6	Підготовка дослідних зразків зерна амаранту та плазмохімічно обробленої води	6
6-7	Підготовка дослідного устаткування	11
7-8	Дослідження впливу плазмохімічно обробленої води на процес попінгу зерна амаранту під дією НВЧ-випромінення	3
7-9	Дослідження впливу плазмохімічно обробленої води на процес зволоження зерна амаранту	8
7-10	Обробка даних, які були отримані під час експериментальних досліджень	4
8-11	Обробка отриманих даних експериментальних дослідження	1
9-11		1
10-11		1
11-12	Підготовка демонстраційного матеріалу та робота над публікацією	7

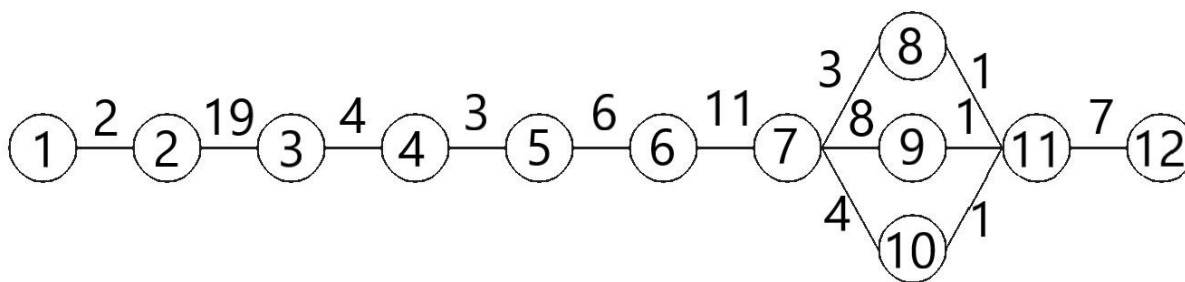


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

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

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13}^1 = 2 + 19 + 4 + 3 + 6 + 11 + 3 + 1 + 7 = 56;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13}^2 = 2 + 19 + 4 + 3 + 6 + 11 + 8 + 1 + 7 = 61;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13}^3 = 2 + 19 + 4 + 3 + 6 + 11 + 4 + 1 + 7 = 57.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У даному випадку критичним являється другий шлях з тривалістю в 61 день.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

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

- ранній термін здійснення події T_i^p – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{кр} = 61$ день.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (5.1)$$

де R_1 – резерв шляху, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 5.2.

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

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.2)$$

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

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Таблиця 5.2 – Терміни здійснення подій і резерв шляху

Номер події	Ранній термін	Пізній термін	Резерв шляху R_1 , дні
	здійснення події T_1^p , дні	здійснення події T_1^n , дні	
1	0	0	0
2	2	2	0
3	21	21	0
4	25	25	0
5	28	28	0
6	34	34	0
7	45	45	0
8	48	53	5
9	53	53	0
10	49	53	4
11	54	54	0
12	61	61	0

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт або відстрочити їх початок таким чином, щоб при цьому не

змінились ранні терміни початку подальших робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (5.3)$$

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

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

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

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

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

$L_{кр}$ – довжина критичного шляху ($L_{кр} = 61$ день).

Результати розрахунків наведені у табл. 5.3.

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змоделювати та проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з економією часу і коштів. При складанні

сіткового графіка треба прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, для скорочення загального терміну проведення експерименту.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу R_{ij}^s , дні	Повний резерв часу R_{ij}^n , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,05
3-4	0	0	0,37
4-5	0	0	0,43
5-6	0	0	0,51
6-7	0	0	0,68
7-8	0	5	0,78
7-9	0	0	0,85
7-10	0	4	0,79
8-11	0	0	0,80
9-11	0	0	0,88
10-11	0	0	0,82
11-12	0	0	1,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна прийти до висновку, що на виконання повного комплексу робіт потрібно витратити 61 день. Виконання робіт, які лежать на найдовшому, критичному, шляху, необхідно завершувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює максимально можливому значенню.

Однак в табл. 5.3 також можна побачити, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі у разі виникнення необхідності.

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

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

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.5)$$

де m_1 – кількість витраченого і-го матеріалу;

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування	Кількість, кг	Ціна, грн	Вартість, грн
Зерно амаранту	2	100	200,00
.Всього			200,00

Заробітна плата людей, що приймають участь в дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу.

Результати розрахунку наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Виконавець	8000	50,00	120	6000,00
Всього				6000,00

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

$$H = \frac{6000,00 \cdot 22}{100} = 1320,00 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на плазмохімічну активацію води:

$$E_1 = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 1,68 = 6,04 \text{ грн.}$$

Затрати на роботу НВЧ-печі:

$$E_2 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 6 \cdot 1,68 = 6,35 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_3 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 174 \cdot 1,68 = 236,78 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 6,04 + 6,35 + 236,78 = 249,17 \text{ грн}$$

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

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (5.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Мікрохвильова піч	1399,00	24	4	3,68
Плазмохімічний активатор води	15000,00	24	3	29,60
Персональний комп'ютер	17000,00	20	27	251,51
Всього				284,79

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

$$\frac{6000,00 \cdot 80}{100} = 4800,00 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	200
Заробітна плата	6000,00
Нарахування на заробітну плату	1320,00
Електроенергія	249,17
Амортизація	284,79
Накладні витрати	4800,00
Всього	12853,96

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

5.3 Розрахунок вартості дослідження

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

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.8)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 12853,96 + \frac{30 \cdot 12853,96}{100} = 16710,15 \text{ грн.}$$

Вартість на проведені дослідження становлять 16610,15 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження був побудований сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 61 день. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, тому складений сітьовий графік можна вважати оптимістичним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні амортизацію та заробітну плату, які складають 284,79 грн та 6000,00 грн. В цілому, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження буде становити 16610,15 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Був досліджений вплив плазмохімічно обробленої води на технологічні властивості зерна амаранту. Як видно з табл. 3.1 при плазмохімічній обробці дистильованої води, рН змінюється на кислий, у той час як у випадку з водопровідною водою він зростає і стає лужним, що може суттєво вплинути на обробку зерна амаранту.

У таблиці 3.3 можна побачити, що плазмохімічно активована вода не надає переваги у процесі «попінгу зерна». Скоріше за все вона не дає ефекту через її недостатню кількість у зерні амаранту. Зерно амаранту зволожувалося до 15%, при вологостях, які вказані у табл. 3.2 та наважці 20 г., максимальна кількість доданої води дорівнювала 1,4 мл., що замало для активної участі реакцій, що відбуваються в зерні. Можна прийти до висновків, що плазмохімічно активована вода не придатна для участі у процесах попінгу до моменту, коли винайдуться технології, які дозволили б збільшити кількість води у процесі «попінгу», не нашкодивши при цьому вартості та якості готового продукту, а доки такої технології немає зусередити свою увагу на більш перспективних дослідках.

Як видно з рис. 3.3 – 3.6 зерно амаранту є дуже гідрофільним зерном та легко поглинає велику кількість вологи. Дослідження показали що за перші 6 годин вологість може змінитись майже у 5 разів. Вологість сорту «Студентського», який збільшив свою вологість більше за інших представників зерен амаранту, після 6-ти годин зволоження вологість з 10,7% зросла до 53,45%, що є надзвичайно високим показником для зернових культур. Як видно з графіків плазмохімічно оброблена вода не здатна збільшити максимальну можливу кількість поглиненої вологи (або здатна несуттєво). Не дивлячись на те, що після 6-ти годин зволоження вологість зерна, яке зволожувалося у плазмохімічно обробленій воді вища за зерно, яке у той самий час зволожується у не обробленій дистильованій воді, у перспективі обидва

показника набудуть однакових значень. Як видно з тих самих графіків значення вологості не обробленої дистильованої води наближається до значення води, яка була оброблена. Розбавлена вода, як й очікувалось, стоїть поміж вже згаданими зразками.

При проведенні того самого дослідю, але з водопровідною водою (графіки з результатами дослідю зображені на рис. 3.7 – 3.10) зовнішній вид графіка змінився не дуже сильно, але якщо подивитись на цифри, то виникають деякі питання. Результати зволоження зерна необробленою водопровідною водою менші за результати, що показала необроблена дистильована вода, але у випадку плазмохімічно обробленої води результати протилежні. Скоріше за все це пов'язано з тим, що вміст перекису кисню у водопровідній був більший на 200 мг/л ніж у тієї самої обробленої води.

Після проведення досліджень стало зрозуміло, що активована вода значно прискорює процес зволоження зерна. У випадку продовження експериментів згідно даної тематики необхідно:

- Побудувати графіки зволоження зерна амаранту у перші 6 годин для повного розуміння процесу.
- Дослідити вплив плазмохімічно обробленої води на харчову цінність та властивості зерна амаранту.
- Враховуючи отримані дані обґрунтувати доцільність або не доцільність використання плазмохімічної обробки розчинів у технологіях переробки зерна амаранту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Полак Л.С. Низкотемпературная плазма. Химия плазмы. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, – 1991. – 328 с.
2. Гершензон Ю.М. Химия плазмы / Ю.М. Гершензон, Е.Е. Никитин, В.Б. Розенштейн, С.Л. Уманская. – М.: Наука, 1978. – С. 56–65.
3. Structure and Stability of Water Clusters (H₂O)_n, n) 8–20: An Ab Initio Investigation Shruti Maheshwary, Nitin Patel, and Narayanasami Sathyamurthy, Anant D. Kulkarni and Shridhar R. Gadre J. Phys. Chem. A –2001, – 105, – P. 10525–10537
4. Larson, M. A., Garside J. Solute clustering in supersaturated solutions. Chem.Eng.Sci. – 1986. – Vol.41, №5. – P. 1285–1289.
5. Шмалько, Н.А. «Бессмертный» амарант / Н.А. Шмалько, Ю.Ф. Росляков // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2004. – № 1. – С. 71–73.
6. Смирнов С. О. Глубокая переработки зерна амаранта с получением нативных многофункциональных компонентов для продуктов питания //ББК 30.604. 5 И 66. – 2016. – С. 205.
7. Aída Jimena Velarde-Salcedo, Esaú Bojórquez-Velázquez and Ana Paulina Barba de la Rosa IPICyT, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C., Camino a la Presa San José No. 2055, San Luis Potosí, México. 2019
8. Muyonga, J. H., Andabati, B., & Ssepuyua, G. (2013). Effect of heat processing on selected grain amaranth physicochemical properties. Food Science & Nutrition, 2(1), P.9–16.
9. Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2019). Chemical and thermal properties of flours from germinated amaranth seeds. Journal of Food Measurement and Characterization.
10. Состав амарантовой муки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://toneks31.ru/muka-semyan-amaranta-ssilki/sostav-amarantovoj-muki.html> « The

composition of amaranth flour» [«Sostav amarantovoj muki»], available at: <http://toneks31.ru/muka-semyan-amaranta-ssilki/sostav-amarantovojmuki.html>

11. Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2019). Chemical and thermal properties of flours from germinated amaranth seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*.

12. Iftikhar, M., & Khan, M. (2019). Amaranth. *Bioactive Factors and Processing Technology for Cereal Foods*, P.217–232.

13. Murakami, T., Yutani, A., Yamano, T., Iyoda, H. and Konishi, Y., 2014, Effects of Popping on Nutrient Contents of Amaranth Seed. *Plant Foods Hum Nutr*. P.25-29.

14. Roomy, L. W., and D. S. Murry. *Proceedings, International Symposium on Sorghum Grain Quality*. ICRISAT. Patancheru, India, 1982, 407.

15. Topwal, M. (2019). Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. *Acta scientific agriculture*, 3 (1), 9–15.

16. Железнов А.В. Амарант – хлеб, зрелище и лекарство // *Химия и жизнь*. 2005. №6. С. 56–61

17. Гопцій Т.І. Амарант: біологія вирощування, перспективи використання, селекція: монографія. Харків: Харк. держ. аграр. Ун-т. 1999. 273с.

18. Высочина Г.И. Амарант (*amaranthus l*): химический состав и перспективы использования (обзор) // *Химия растительного сырья*. 2013. №2. С. 5–14.

19. Биологическая ценность и сбалансированность белков продуктов помола зерна амаранта (Н.А. Шмалько, И.А. Чалова, 2008)

20. Чиркова Т.В. Амарант – культура XXI века // *СОЖ*, 1999. № 10. С.22–27.

21. Saunders R.M., Becker R. *Amaranthus: A potential food and feed resources*. // *Advances in cereal science and technology*. 1984

22. Тутельян В.А. Функциональные жировые продукты в структуре питания / В.А. Тутельян, А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова // *Масложировая промышленность*. – 2009. – № 6. – С. 6–9.

23.Кулакова С.Н. Растительные масла нового поколения и их роль в питании / С.Н. Кулакова, Е.В. Викторова // Масла и жиры. – № 67. – 2006. – С. 1–5.

24.Проц Д.І., Федорчук-Мороз В.І. Визначення жирних кислот у ліпідній фракції рослин родини Амарантових (Amaranthaceae) // Вісн. Нац. ун-ту “Львів. політехніка” “Хімія, технологія речовин та їх застосування”. – 2001. – № 426. – С. 219–222.

25.Railey, R.. Amaranth: a Healthy Grain for Vegetarian Recipes. 2008. URL: <http://chetday.com/amaranth.html>.

26.Chandla, N. K., Saxena, D. C., & Singh, S. (2017). Amaranth (Amaranthus spp.) starch isolation, characterization, and utilization in development of clear edible films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6).

27.Singh, N., Singh, P., Shevkani, K., & Viridi, A. S. (2019). Amaranth: Potential Source for Flour Enrichment. *Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, P.123–135.

28.Kong, X., Bao, J., & Corke, H. (2009). Physical properties of Amaranthus starch. *Food Chemistry*, 113(2), P.371–376.

29.Chandla, N. K., Saxena, D. C., & Singh, S. (2017). Amaranth (Amaranthus spp.) starch isolation, characterization, and utilization in development of clear edible films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6).

30.Mlakar, S. G., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., Bavec, F. (2009). Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making. *Agricultura*, 6, 43–53.

31.Sanz-Penella, J. M., Laparra, J. M., Sanz, Y., Haros, M. (2012). Bread Supplemented with Amaranth (Amaranthus cruentus): Effect of Phytates on In Vitro Iron Absorption. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67, 50–56.

32.Kucheruk, Z. I., Postnova, O. M., Halych, A. O. (2015). Doslidzhennia vlastyvoستي znezhyrenoho termichno obroblenoho boroshna amarantu [Investigation of

properties of defatted heat-treated flour of amaranth]. In O. I. Cherevko (Ed.), *Prohresyvnii tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva ta torhivli – Progressive Machinery and Technologies for Food Production in the Restaurant Industry and Trade* (Vol. 1 (21), pp. 275–283). Kharkiv: KhDUKht [in Ukrainian].

33. Gunina, L. M., Dmitriev, A. V., Shustov, E. B., Kholodkov, A. V., Golovashchenko, R. V. (2018). *Biologicheski aktivnye veshchestva amaranta i perspektivy primeneniia pishchevykh dobavok na ego osnove v praktike podgotovki sportsmenov [Prospects of Application of Diet Supplements Based on Amaranth in the Practice of Training Athletes]*. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu – Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport*, 3 (7), 267–277 [in Russian].

34. Денисова Н. М., Буяльська Н. П., Литвиненко О. О. Використання продуктів переробки амаранту у виробництві хлібобулочних виробів. – 2019.

35. Дзигар О. О., Оболкіна В. І. 13. НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КРЕКЕРІВ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БОРОШНА З НАСІННЯ АМАРАНТУ ТА ГУМІАРАБІКУ //ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ МАТЕРІАЛІВ. – С. 111.

36. Смирнов, С.О. Разработка технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получения из них нативных продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 – технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства. – М., 2006. – 215 с.

37. Шмалько Н. А. и др. Особенности микроструктуры и химического состава продуктов переработки зерна амаранта //Техника и технология пищевых производств. – 2011. – №. 1.

38. Becker R., Wheeler E.L., Lorenz K., Staford, A. E., Grosjean O. K., Betschart A. A., & Saunders R. M. (1981). A Compositional Study of Amaranth Grain. *Journal of Food Science*, 46(4), P.1175–1180.

39.Кучерук З. І., Постнова О. М., Галич А. О. Дослідження властивостей знежиреного термічно обробленого борошна амаранту. – 2015.

40.Атаназевич В.И. Сушка зерна. Москва: Лабиринт, 1997. 255 с

41.Ronoh E.K. Modeling Thin Layer Drying of Amaranth Seeds under Open Sun and Natural Convection Solar Tent Dryer. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript 1420. Vol. XI. November, 2009 URL: <http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/viewFile/1420/1276>

42.Эффективность использования микроволновой обработки для сушки семенного зерна Калинин Л.Г., Сердюк Л.В., Овсянникова Л.К., Орлова С.С. // Хранение и переработка зерна. 1999. № 2. С.9-10.

43.Станкевич Г.Н., Валентюк Н.А. Теоретическая проработка способов сушки зерна амаранта // Materials of X International scientific and practical conference, “Prospects of world science”, 2014. V.8. P. 21-27.

44.Tovar LR, Valdivia MA, Brito E (1994) Popping amaranth grain, state of the art. In: Paredes-López O (ed) Amaranth: biology, chemistry, and technology. CRC Press, Boca Raton, pp 143–151

45.Tovar LR, Schwass DE (1983) D-amino acids in processed proteins: their nutritional consequences. In: Finley JW, Schwass DE (eds) Xenobiotics in foods and feeds. Washin- gton D.C.: ACS Symposium Series No. 234, pp. 169-185

46.Gamel TH,Linssen JP, Mesallem AS,Damir AA,Shekib LA(2006) Effect of seed treatments on the chemical composition of two amaranth species: oil, sugars, fibers, minerals and vitamins. J Sci Food Agric 86:82–89. doi:10.1002/jsfa.2318

47.Zapotoczny P, Markowski M, Majewska K, Ratajski A, Konopko H (2006) Effect of temperature on the physical, functional, and mechanical characteristics of hot-air-puffed amaranth seeds. J Food Eng 76:469–476. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.05.045

48.Solanki C. et al. Effect of popping methods on popping characteristics of amaranth grain. – 2018.

49. Gamel T. H., & Linssen J. P. H. (2008). Flavor compounds of popped amaranth seeds. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(4), P.656–668.

50. Muyonga, J. H., Andabati, B., & Ssepuyya, G. (2013). Effect of heat processing on selected grain amaranth physicochemical properties. *Food Science & Nutrition*, 2(1), P.9–16.

51. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення.

52. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України від 18 січня 2001 року № 2245-III // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 23. – Ст. 873 (в ред. від 26.04.2014 року). Див., також: Про ідентифікацію та декларування об'єктів підвищеної небезпеки (НПАОП 0.00-6.21-02), (НПАОП 0.00- 6.22-03): постанова Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956 (в ред. від 12.01.2016 року).

53. Володченкова Н. В., Накемпій О. К. Упередження небезпек пилового забруднення : дис. – 2018.

54. Nemenushcha S., Fesenko O., Lysiuk V. Підприємства по зберіганню зерна: ризик виникнення пожеж // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – 2019. – Т. 1. – №. 1. – С. 3-12.

55. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів ДНАОП 0.00-121-98. - 1С Основа, 1998. - 380 с.

56. Закон України «Про охорону праці» [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1992. – № 49. – с. 668. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>

57. Ізотов О. В. Вражаючі фактори надзвичайних ситуацій, їх визначення та захист від них. – 2018.

58. Ковальова О. С. Виробництво полісолодів з використанням плазмохімічно активованої води. – 2013.

59.Пивоваров А.А. Неравновесная плазма: процессы активации воды и водных растворов / Пивоваров А.А., Тищенко А.П. – Днепропетровск : DS-Print, 2006. – 225

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО НАУК І КУЛЬТУРИ

1

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Кафедра зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Обґрунтування технології повітряного амаранту з використанням плазмохімічного оброблення розчинів

Виконавець: студент групи МГХТ-1-19 Біленко А.О.

Керівник: професор Півоваров О.А.



ДДАЕУ

Дніпро 2020

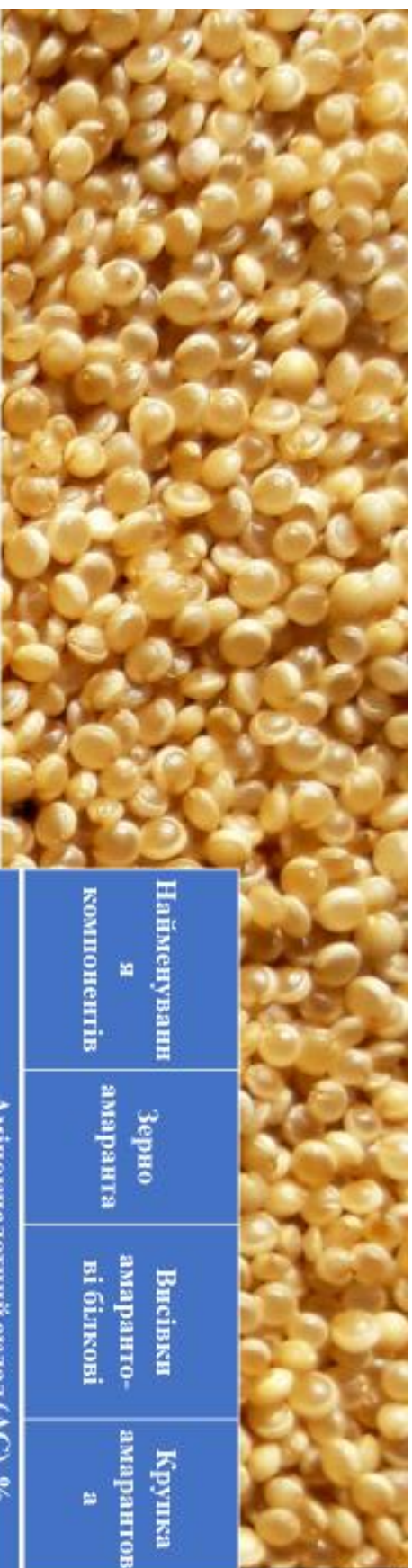
Гіпотеза: плазмохімічно оброблена вода позитивно впливає на вихід готового продукту під час процесу попінгу під впливом НВЧ-енергії. Окрім цього плазмохімічно оброблена вода значно швидше поглинається зерном амаранту.

2

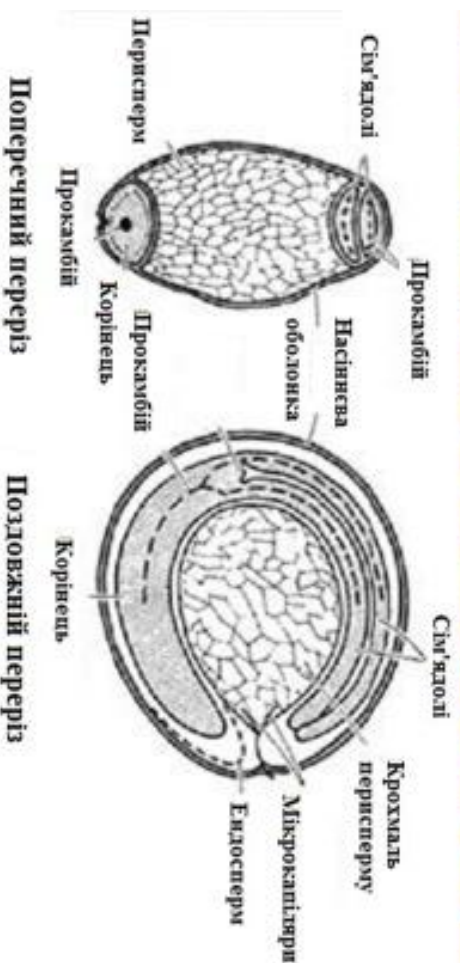
Активована дистильована вода має кислий рН, у той час як водопровідна вода має лужний рН. Плазмохімічна обробка дистильованої води більш доцільна у процесі зволоження ніж так само оброблена водопровідна вода.

Мета роботи: дослідити вплив плазмохімічно обробленої води на властивості зерна амаранту. Встановити доцільність її використання в технологіях переробки зерна амаранту, підтвердити або спростувати гіпотезу.

Завдання роботи: скласти план досліджень впливу плазмохімічно обробленої води на властивості зерна амаранту. Порівняти вихід зірваних зерен амаранту зволуженим дистильованою водою з виходом того самого зерна зволуженого плазмохімічно обробленою водою. Порівняти швидкість зволоження амаранту дистильованою обробленою та необробленою водою та водопровідною обробленою та необробленою водою. Засновуючись на результатах досліджень зробити висновки щодо доцільності використання плазмохімічно обробленої води в технологіях переробки зерна амаранту.



3

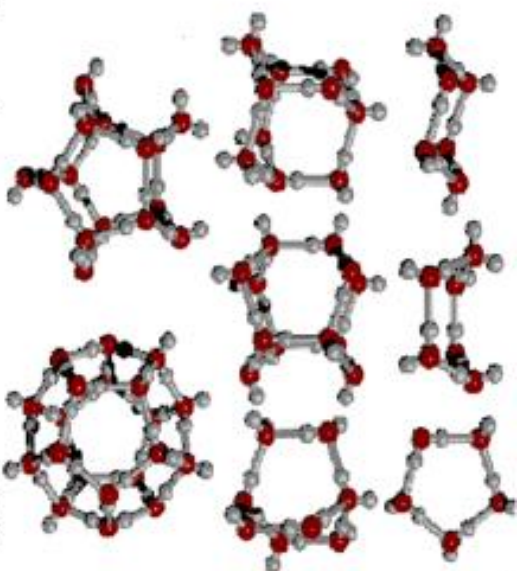
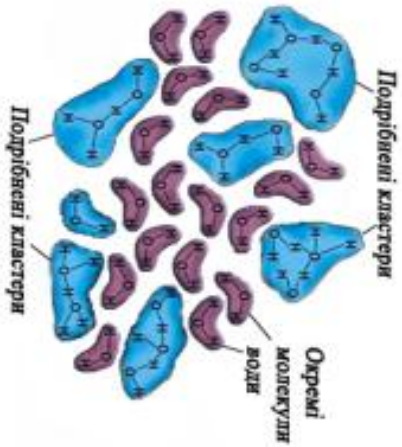
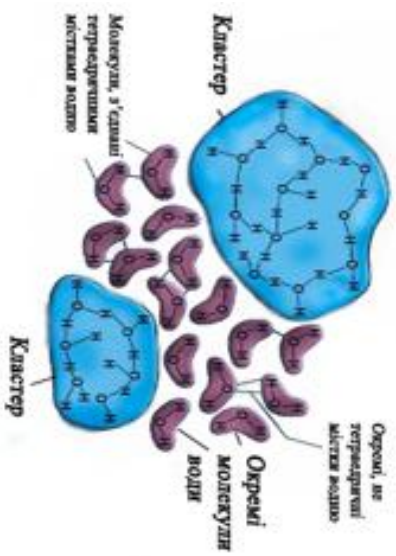


Анатомічний склад насіння амаранту

Найменування компонентів	Зерно амаранта	Висівки амаранто-вібілкові	Крупка амарантова	Пластівці амаранто-вібілкові
Амінокислотний склад (АС), %				
Валін	44	50	51	66
Ізолейцин	100	93	110	136
Лейцин	50	50	53	67
Лізин	56	73	75	82
Метіонін + цистин	106	94	90	70
Треонін	83	123	105	103
Триптофан	60	90	90	144
Фенілаланін + тирозин	63	68	79	91
АС min, %	44	50	51	66

Амінокислотний склад зерна амаранту та продуктів його переробки

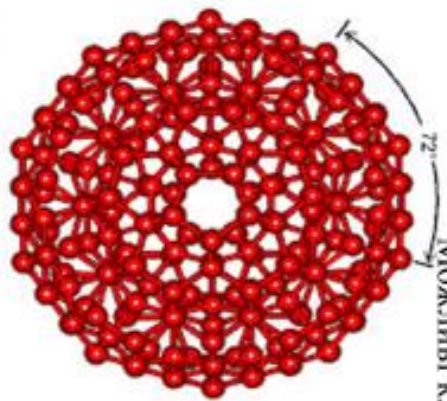
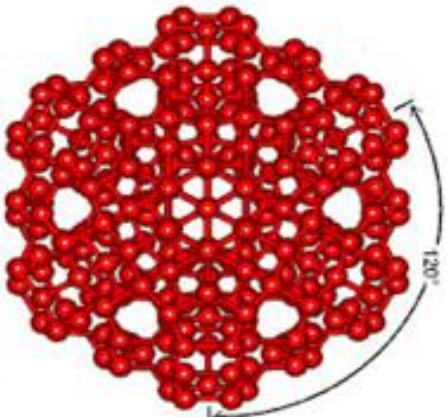
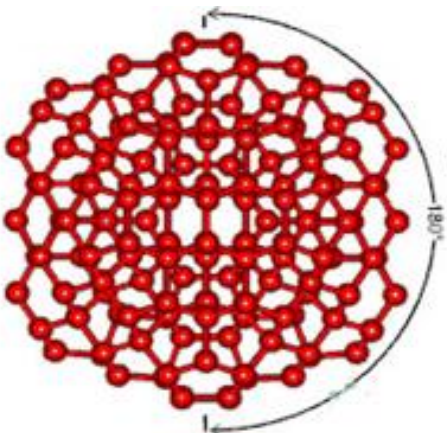
ДІДАЧУ



4

а

Модель «мерехтливих» кластерів (а) та зміна структури води (б) під впливом фізико-хімічних чинників

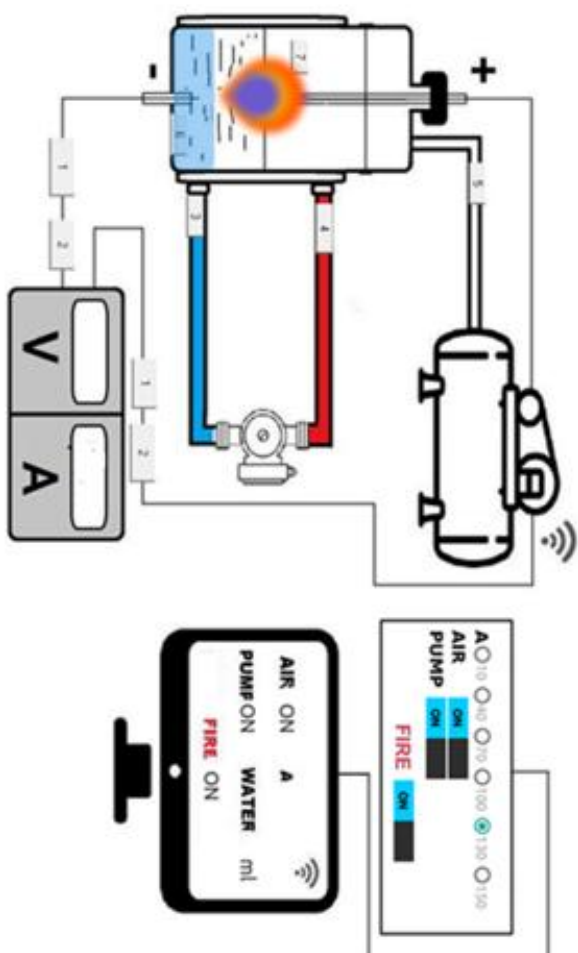


Можливі кластери води складу $(H_2O)_n$, де $n = 6 - 20$

Формування ікосаедра води в моделі Н. Чапліна



5

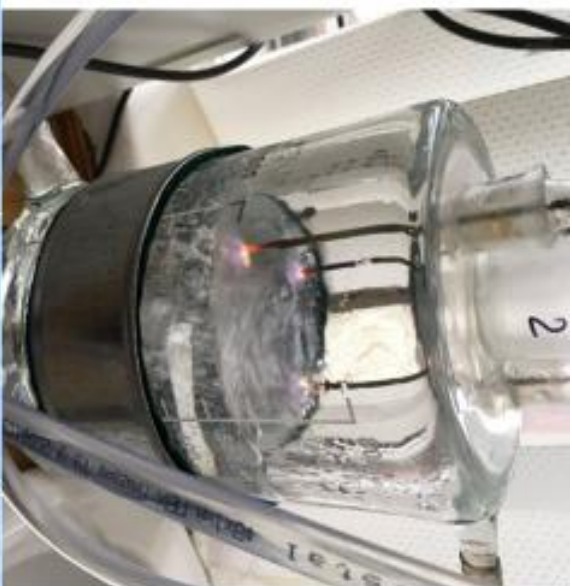


Параметри	Дистилювана вода	Вологовиділна вода
Час обробки	30 хв.	30 хв.
Сила струму	0,125 А	0,180 А
Напруга вагартію	175 В	200 В
Тиск	0,3 МПа	0,3 МПа

6



UNIVERSITATEA
NAȚIONALĂ DE INGINERIE
ÎN REȘURCELE APEI



7

Назва води	pH середовища	Вміст H_2O_2 , мг/л
Дистильована	5,92	0
Активована		
дистильована	3,93	500
Водопровідна	7,12	0
Активована		
водопровідна	9,08	700

Вимоги безпеки під час роботи:

8

- Мікрохвильова піч (НВЧ-піч) має мати спеціальну систему захисту, що перешкоджає поширенню (витоку) електромагнітних хвиль: щільно прилягаючі дверцята, що не пропускають електромагнітні хвилі та скло із захисною сіткою.
- При закладанні їжі у камеру мікрохвильової печі слід дотримуватися відстані близько 2 см від стінок, щоб уникнути іскроутворення.
- Ні у якому разі не можна намагатися користуватися піччю при відкритих дверцятах, псувати блокувальні контакти (засувки дверцят) чи вставляти що-небудь в отвори блокувальних контактів.
- Для приготування їжі в мікрохвильовій печі дозволяється використовувати посуд з кераміки, скла, фарфору й пластмаси. Не використовувати металевий посуд, столовий посуд з золотом чи срібною обробкою, вертіла, вилки.

Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	200
Заробітна плата	24400,00
Нарахування на заробітну плату	5368,00
Електроенергія	249,17
Амортизація	284,79
Накладні витрати	19520,00
Всього	50021,96

9



«Ульгра»



«Лера»



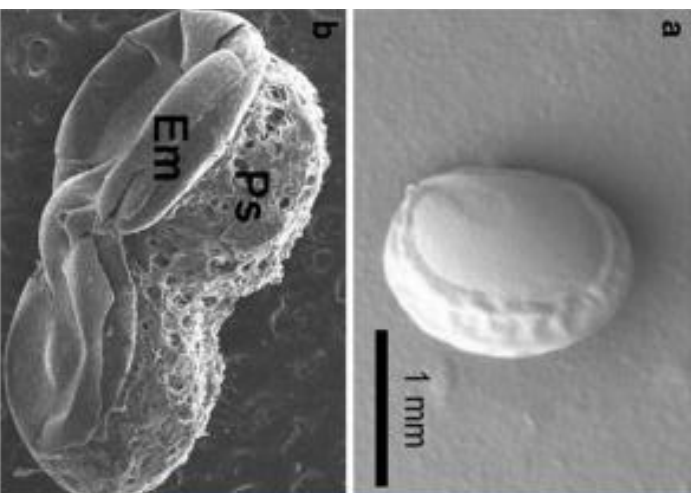
«Харківський дейх.»



«Студентський»

10





Скануюча електронна мікрофотографія амаранту: нативне насіння (а) та насіння, що піддалося "топінгу" (б).

Зерно амаранту		Вихід зерна, %
«Харків дейх.» не оброблений		8,3%
«Харків дейх.» оброблений		8,4%
«Лера» не оброблений		7,2%
«Лера» оброблений		7,2%



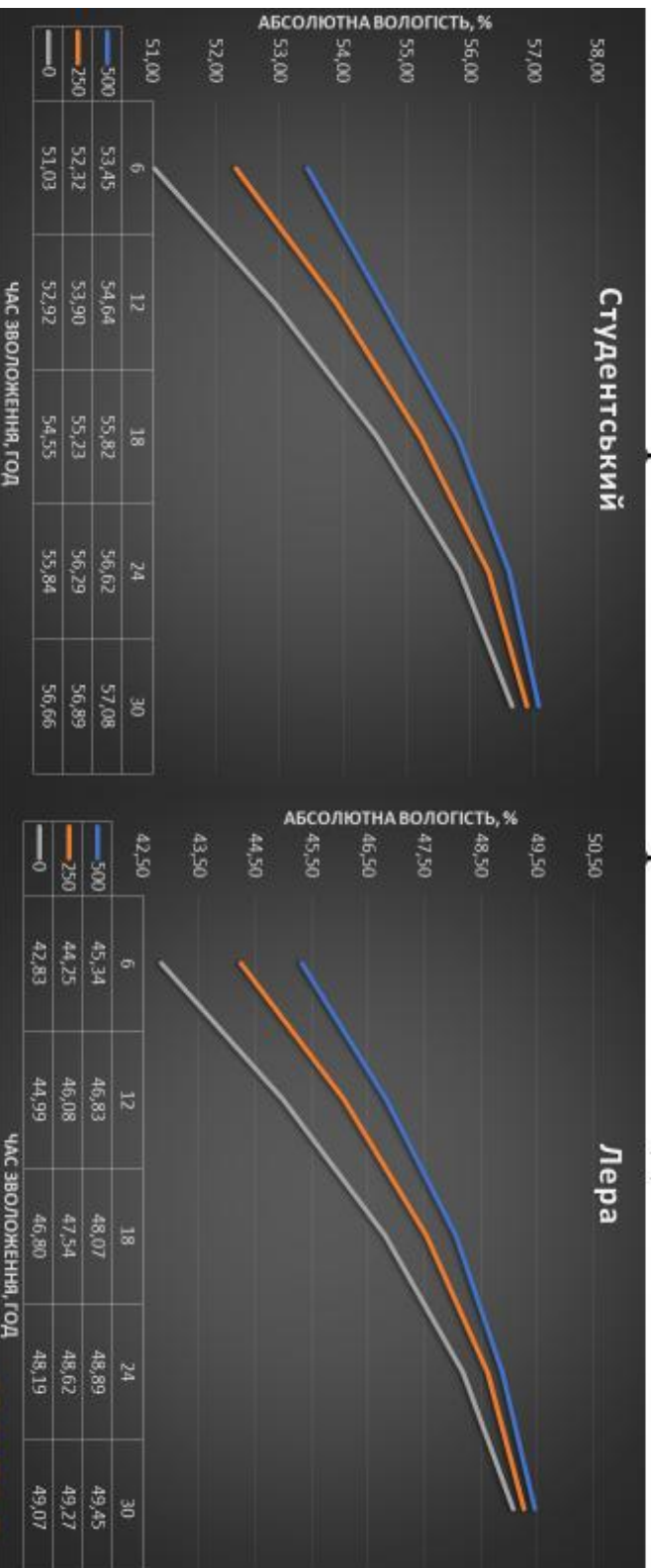
11



ДДАДУ

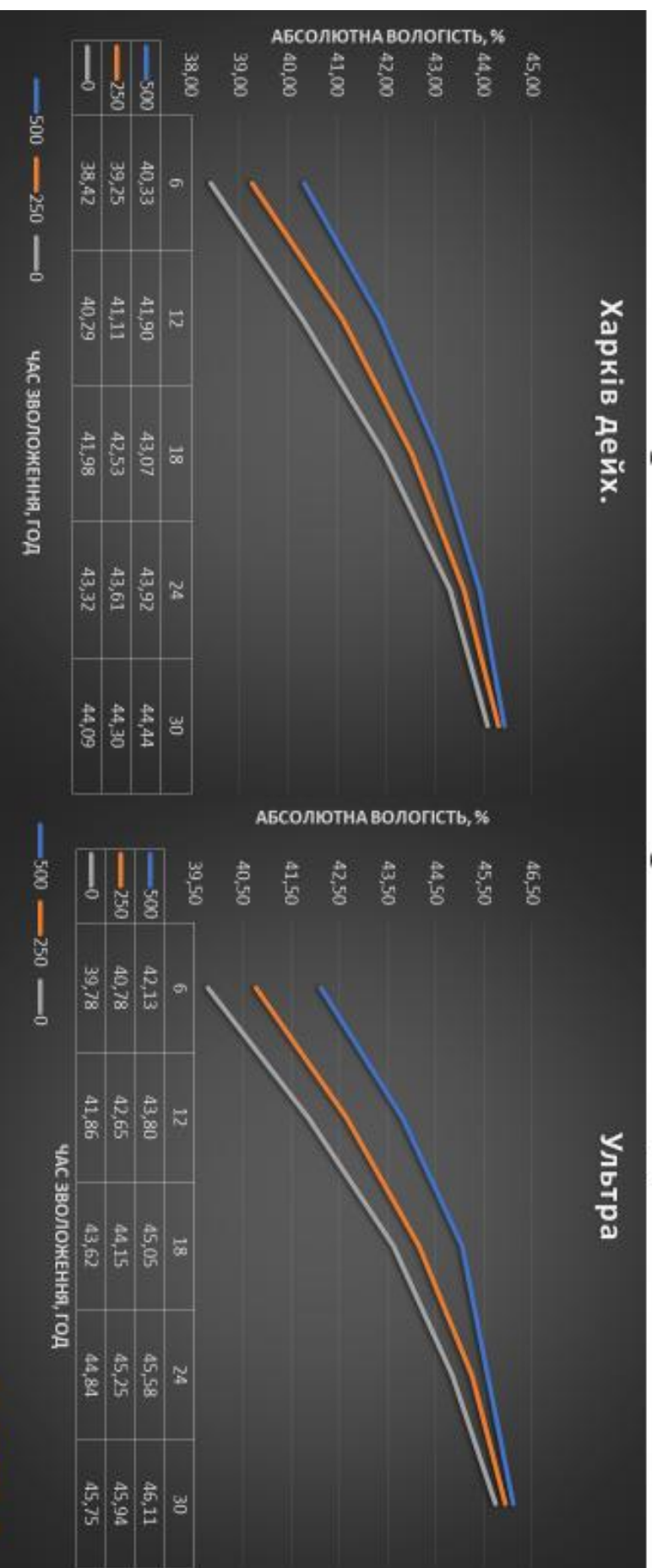
Графіки залежності абсолютної вологості зерна амаранту від тривалості процесу зволоження дистильованою плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

12



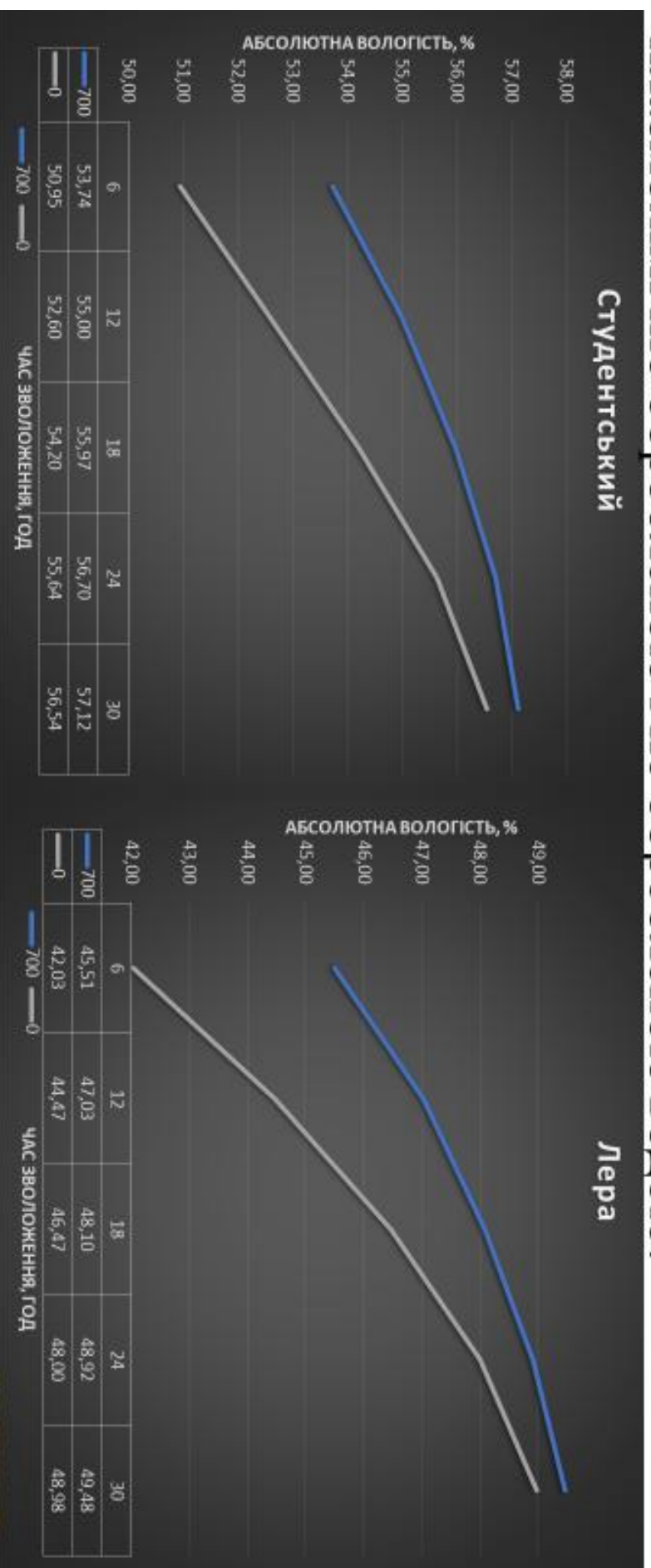
Графіки залежності абсолютної вологості зерна амаранту від тривалості процесу зволоження дистильованою плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

13



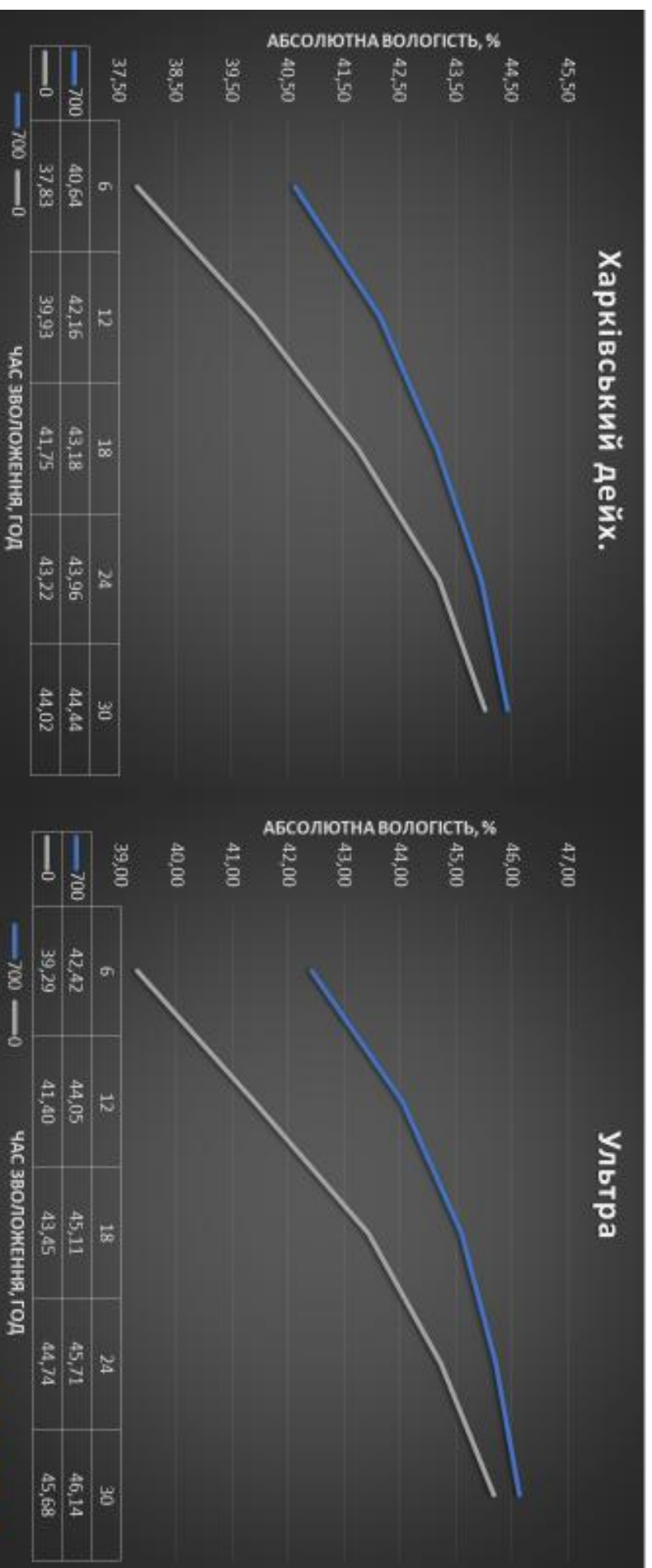
Графіки залежності абсолютної вологості зерна амаранту від тривалості процесу зволоження дистильованою плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

14



Графіки залежності абсолютної вологості зерна амаранту від тривалості процесу зволоження дистильованою плазмохімічно обробленою і не обробленою водою.

15



ВИСНОВКИ

16

Плазмохімічно активована вода не надає переваги у процесі «попінгу зерна». Скоріше за все вона не дає ефекту через її недостатню кількість у зерні амаранту. Зерно амаранту зволожувалося до 15%, при наважці 20 г., максимальна кількість доданої води дорівнювала 1,4 мл, що замало для активної часті реакцій, що відбуваються в зерні.

Після проведення досліджень стало зрозуміло, що активована вода значно прискорює процес зволоження зерна. У випадку продовження експериментів згідно даної тематики необхідно:

- Побудувати графіки зволоження зерна амаранту у перші 6 годин для повного розуміння процесу.
- Дослідити вплив плазмохімічно обробленої води на харчову цінність та властивості зерна амаранту.
- Враховуючи отримані дані обґрунтувати доцільність або не доцільність використання плазмохімічної обробки розчинів у технологіях переробки зерна амаранту.

17

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

