

**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:

**Валоризація побічних продуктів переробки
зерна амаранту**

Виконав: студент 2 курсу групи МГХТ-1-20

за спеціальністю 181 «Харчові технології»

_____ **Череута Дмитро Володимирович**

Керівник:

_____ **Миколенко Світлана Юріївна**

Рецензент: _____

Дніпро 2021

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему «Валоризація побічних продуктів переробки зерна амаранту» складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка загальним обсягом 82 сторінки, містить 5 розділів, 25 таблиць, 21 рисуноків, 40 використаних джерел. Графічна частина складається з 20 аркушів формату А4.

Мета роботи – розробка хлібобулочних виробів функціонального призначення з побічних продуктів переробки зерна амаранту.

Галузь застосування – хлібозаводи, хлібопекарні, заклади ресторанного господарства.

В розділах дипломної роботи розглянуто актуальність розроблення функціональних хлібобулочних виробів, проведено дослідження впливу борошна із зерна амаранту на хлібопекарські властивості пшеничного борошна, розроблено рецептури хлібобулочних виробів та обґрунтованої їх харчову цінність, виконано організаційно-економічні розрахунки, запропоновано заходи щодо охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Значимість роботи та висновки – виконана робота забезпечує вирішення актуальної задачі розробки функціональних харчових продуктів масового призначення – хлібобулочних виробів виготовлених із побічних продуктів переробки зерна амаранту; встановлено вплив борошна із зерна амаранту на якість хлібобулочних виробів і розроблено їх рецептури. Результати роботи можуть бути впроваджені на хлібопекарських підприємствах, у закладах ресторанного господарства.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ, ЗЕРНО АМАРАНТУ, ШРОТ, ХЛІБОПЕКРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ, РЕЦЕПТУРА, БІОЛОГІЧНА І ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	8
1.1 Аналіз тенденції виробництва хлібобулочних виробів з підвищеною біологічною цінністю	8
1.2 Амарант як перспективна культура для отримання біологічно цінної борошняної сировини	9
1.3 Побічні продукти переробки зерна амаранту	15
1.4 Об'єкт і предмет, мета і завдання досліджень	17
Висновки по розділу 1	18
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Характеристика використаної сировини	19
2.2 Дослідження якості сировини	21
2.2.1 Визначення вологості борошна	21
2.2.2 Визначення кислотності борошна ... Ошибка! Закладка не определена.	
2.2.3 Визначення автолітичної активності борошна	22
2.2.4 Визначення показника числа падіння борошна	24
2.3 Дослідження хлібопекарських властивостей борошна	25
2.4 Оцінка якості хліба	27
2.5 Дослідження фізико-хімічних показників якості хліба	27
2.6 Структурно-механічні характеристики якості хліба	28
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	29
3.1 Дослідження властивостей амарантового борошна різних видів	29
3.2 Вплив дозування амарантового борошна різних видів на формування якості пшеничного хліба	32

3.2.1 Вплив амарантового борошна на тривалість вистоювання	32
3.2.2 Вплив амарантового борошна на якість пшеничного хліба	34
3.3 Вплив амарантового борошна на свіжість хліба	Ошибка! Закладка не определена.
Висновок по розділу 3	Ошибка! Закладка не определена.
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Організація проведення дослідження .	Ошибка! Закладка не определена.
4.1.1 План проведення досліджень	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	59
4.3 Розрахунок ціни дослідження	63
Висновки до розділу 4	64
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
5.1 Дослідження стану з охорони праці в науково-дослідній лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна	65
5.2 Аналіз виробничого травматизму	66
5.3 Вимоги з охорони праці та безпеки при проведенні досліджень в науково- дослідній лабораторії	67
5.3.1 Загальні положення	67
5.3.2 Вимоги безпеки праці перед початком роботи	68
5.3.3 Вимоги безпеки під час виконання роботи	68
5.3.4 Вимоги безпеки праці після закінчення роботи	70
5.4 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та умов поліпшення умов праці в науково-дослідній лабораторії	Ошибка! Закладка не определена.
5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки по розділу 5	74

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78
ДОДАТКИ.....	Ошибка! Закладка не определена.

ВСТУП

Хліб є одним з найбільш популярних харчових продуктів в усьому світі. Харчова цінність хлібобулочних виробів за рахунок їх щоденного споживання має суттєвий вплив на здоров'я людини, зокрема, розвиток аліментарних захворювань і захворювань XXI століття. Глобальні тенденції дотримання здорового харчування стикаються із задоволенням високих очікувань споживачів щодо споживчих якостей харчових продуктів. На сьогодні у зв'язку зі зміною клімату все більшої уваги привертає пошук нетрадиційних харчових ресурсів, зокрема злакових і псевдозернових культур, стійких до посухи і невибагливих до якості ґрунтів, які здатні прийти на зміну традиційним пшениці, житу, кукурудзі. Під впливом світових трендів і державної політики агробізнес і харчова індустрія все більше схиляються до необхідності формування ресурсозбережувального підходу до переробки харчової сировини, зниження відходів вздовж продовольчого ланцюга. Відомо, що більшість відходів хлібопекарської продукції формується на останньому етапі – під час споживання продукції, адже однією з найактуальніших проблем залишається черствіння хліба і втрата її споживчих якостей під час зберігання. Тому розповсюдженим є використання поліпшувачів, застосування яких часто виходить за межі принципів виробництва здорових харчових продуктів.

Амарант є перспективною сільськогосподарською культурою, що незважаючи на значну історію культивування досі не отримала належного використання як джерело харчової сировини у світі. В основному це пов'язано з недостатньою інформованістю населення про його поживну цінність і обмеженістю досліджень і розробок щодо ефективного використання продуктів переробки амаранту у харчовій індустрії. Зерно амаранту є унікальним серед інших злакових і псевдозернових культур

завдяки високому вмісту сквалену (4-8%), білка (13-18%) і його складу, близькому до ідеального, високому вмісту лізину, харчовим волокнам (8-18%), близьким до складу овочів і фруктів, а не злакових. Технологічні властивості борошняних і круп'яних продуктів переробки зерна амаранту зумовлюються як відсутністю у його складі гліадинів і проламінів, так і дрібними розмірами крохмальних зерен і наявним інгібітором альфа-амілази. Сквален є багата на кисень сполука, тритерпен і попередник стероїдів, що володіє антиканцерогенною, імуномодулюючою, антиоксидантною активністю. Природним джерелом сквалену є печінка глибоководних акул, а зерно амаранту є рослинним аналогом сировини для видобування сквалену або його введення у раціон харчування людей при споживанні амарантових продуктів.

Амарантове борошно внаслідок повної відсутності глютену може використовуватися лише як часткова заміна пшеничного борошна для пшеничного хліба на дріжджах. Хлібопекарські якості композитних пшенично-амарантових сумішей суттєво залежать як від технології виробництва, так і від сортових особливостей зерна амаранту, використаного для їх виробництва. Однак більшість робіт, де досліджували композитні суміші з амарантовим борошном, присвячено використанню саме повножирового борошна. Жирнокислотний склад зерна амаранту включає ліноленову кислоту, здатну швидко окислюватися і призводити до псування продукту. Вміст жиру в зерні амаранту значно вищий порівняно зі злаковими і становить 5-9%. Окрім цього, вилучення із зерна амаранту олії дозволяє додатково концентрувати сквален, а олія є високорентабельним продуктом. Тому доцільним є використання знежирених продуктів переробки зерна амаранту для отримання амарантового борошна і їх використання у складі композитних сумішей для виробництва хліба.

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Аналіз тенденції виробництва хлібобулочних виробів з підвищеною біологічною цінністю

В Україні основним продуктом харчування людей є хлібобулочні вироби. У сумарному обсязі продукції всієї харчової промисловості України хлібопекарська галузь посідає одне з найголовніших місць, частка хлібобулочної продукції у раціоні людини становить 15% [1], з отриманих даних можна зробити висновок про те що хлібобулочні вироби є основним продуктом харчування населення України. Хлібобулочні вироби є важливим продуктом харчування для більшості людей які проживають на території України, а для найбідніших верств – основним, не зважаючи на соціальний статус або рівень доходів.

Зараз в суспільстві гостро стає питання здорового харчування, тому що раціон сучасної людини не збалансований за вмістом білка, а для цього потрібно розробляти нові продукти з нетрадиційної сировини яка має підвищену біологічну цінність. Зараз розвивається тенденція на здорове харчування, тому що люди розуміють що здоров'я це головне їх багатство за яким потрібно слідкувати. Згідно з оцінкою експертів всесвітньої організації охорони здоров'я громадян на 50% залежить від способу життя [2]. А для того щоб бути здоровими потрібно правильно харчуватися і вживати корисну їжу.

Оскільки хліб є одним із самих масових продуктів харчування, то він є зручнішим для корекції харчової та біологічної цінності харчового раціону. В Україні досить широкий асортимент виготовленого хліба, проте, хлібобулочні вироби які збагачені білками, дієтичного, лікувально-профілактичного, спеціального призначення для різних груп населення випускається недостатньо, їх частка в загальному об'ємі виробництва не перевищує 1...2 %.

Населення розуміє що для нормального роботи організму людини потрібно як можна більше поживних речовин відповідно до їх витрат у процесі життєдіяльності. Важливим нутрієнтом є білок, споживання якого повинно бути у достатній кількості, а також мати біологічно високу якість. Оскільки білок не здатен у великих кількостях накопичуватися в організмі людини, він має щодня надходити з їжею, адже виконує важливі фізіологічні функції [3].

Можна сказати що тенденція хлібобулочних виробів з підвищеною біологічною цінністю зростає тому що класичний хліб є одним з найдоступніших і найдешевших традиційних харчових продуктів, що можуть бути джерелом білка. Але треба зазначити що хліб вироблений із звичайного борошна має невелику кількість білків, це зумовлено тим що у класичному хлібі висока масова частка вологи. Тому такі вироби не можуть вважатися ефективним джерелом забезпечення білкових потреб організму людини. Саме для цього проводять випікання хліба з додаванням амаранту та шроту, які у своєму компоненті мають багато корисних речовин.

Провівши аналіз різних літературних джерел можна зробити висновок що тенденція виробництва хлібобулочних виробів в Україні та і в цілому світі поступово збільшується. Перш за все це пов'язано з трендом здорового харчування, а хліб є найдоступнішим масовим продуктом.

1.2 Амарант як перспективна культура для отримання біологічно цінної борошняної сировини

Амарант – це перспективна сільськогосподарська культура, що незважаючи на значну історію культивування досі не отримала належного використання як джерело харчової сировини у світі[11]. В Україні тільки останнім часом почали вивчати амарант, тому його потенціал ще повністю не реалізований.

Амарант є перспективною сировиною тому що має цінний біологічний склад, а також високу біологічну врожайність. Амарант приваблює людей тим що в ньому присутні цінні речовини, при чому деяких немає в жодній сільськогосподарській культурі.

На сьогоднішній день відомо близько 60 – ти видів амаранту. Насіння амаранту багате на корисні вітаміни та мінерали, такі як калій, цинк, фосфор, магній, мідь тощо. Науково доведено, що амарант – це єдине зерно, яке містить вітамін С. Також в амаранті міститься приблизно 18-20% білка, що значно вище чим в інших зернових культурах.

В насінні амаранту в залежності від його виду загальна кількість ліпідів коливається від 5 до 11% в перерахунку на суху речовину. Додатковим фактором цінності амаранту є те що в ньому міститься велика група вітамінів, а також мінеральних речовин які наведені у табл. 1.1[21]

Таблиця 1.1 – Вміст вітамінів та мінеральних речовин у насінні амаранту

Вітаміни	Вміст, мг/100г	Мінеральні речовини	Вміст, мг/100г
Вітамін С	3,0-7,1	Кальцій	215-650
Вітамін Е	1,5-1,8	Мідь	1-4
Вітамін В9	42,0-44,0	Залізо	21-104
Вітамін РР	1,0-1,5	Магній	300-340
Вітамін В2	0,19-0,22	Марганець	3-5
Вітамін В1	0,10-0,14	Калій	520-564
Вітамін А	0,02-0,14	Натрій	22-26

Амарант випереджає традиційні культури за вмістом харчових речовин, особливо таких як білки та жири. Його білки відрізняються оптимальним співвідношенням незамінних амінокислот[14].

Якщо провести порівняння харчової цінності і користі, то в ньому в 3 рази більше харчових волокон, ніж у пшениці. В 2 рази більше кальцію, ніж у молоці. В насінні амаранту міститься 18% білків, які багаті на кальцій,

магній, залізо, мідь, а також амінокислоти типу омега-3, які необхідні в щоденному раціоні кожної людини .

Зерно амаранту відноситься до найбільш перспективних нетрадиційних видів сировини для виробництва широкого асортименту продуктів харчування. З амаранту можна виготовляти крупу, спирт, напої та харчові добавки [17], але найперспективнішою продукцією яка виготовляється з зерна амаранту є амарантове борошно. Одним із важливіших показників який впливає на перспективність амарантового борошна є те що воно не містить глютену який є основною причиною ожиріння і діабету, крім того деякі люди страждають алергією на цю речовину, обмежуючи себе в повноцінному харчуванні. Борошно амаранту має високий вміст повноцінних білків, харчових волокон, вітамінів, макро - і мікроелементів, поліпшеним жирнокислотним та амінокислотним складом [5–7].

В наслідок повної відсутності глютену борошно з зерна амаранту може використовуватися лише як часткова заміна пшеничного борошна для пшеничного хліба на дріжджах[12]. Дослідження хлібопекарських властивостей композитних сумішей пшеничного і амарантового борошна, виготовленого з крупи амаранту, носять обмежений характер, а вплив такого борошна на черствіння хліба під час зберігання досі залишається недослідженим.

Амарантове борошно цінується ще тим що містить якісний білок близький до ідеального складу[8], а також сквален, який володіє імуностимулюючими, антиокислювальними властивостями, має багато токоферолів і незначну кількість антипоживних речовин[9].

Сквален - це поліненасичений вуглеводень. Головна його властивість - насичення тканин і органів необхідною кількістю кисню і провітамінами, з яких організм має можливість самостійно «збирати» потрібні йому вітамінні сполуки [15].

Борошно з амаранту має специфічні технологічні властивості які можуть при взаємодії з іншими компонентами нетрадиційної сировини утворювати

складні системи, які здатні впливати на біохімічні процеси в тісті та його структурно-механічні властивості.[4]

Як вже казали амарантове борошно вважається перспективною сировиною, але на сьогоднішній день є недостатньо дослідженим продуктом для використання у хлібобулочному виробництві. Це зумовлено його особливостями хімічного складу і технології переробки зерна на борошно. Хлібобулочні вироби які вироблялись з додаванням цього борошна збагаченого біологічно активними речовинами, здатне сприяти поліпшенню споживчих якостей продукту, а також зміцненню здоров'я людини.

Хлібобулочні вироби як правило виготовляється з змішуванням пшеничного борошна та амарантового. Провівши аналіз борошна з різним відсотковим вмістом амарантового борошна, можна сказати що показники якості змінюється при кожному його додаванням. Окремі показники якості пшеничного і амарантового борошна та їх сумішей наведені у табл. 1.2

Таблиця 1.2 – Окремі показники якості пшеничного, амарантового борошна та їх сумішей

Склад борошна (%)	Вологість, %	Білизна, од.пр.	Показник числа падіння, с	Кислотність, град.
Пшеничне вищого сорту (100)	14,7±0,14	59,1±0,02	503±2	3,0±0,28
Амарантове знежирене з крупи (100)	11,7±0,14	12,9±0,03	61±1	9,5±0,42
Пшенично-амарантове (95:5)	14,7±0,14	54,3±0,03	502±18	2,8±0,28
Пшенично-амарантове (90:10)	14,7±0,14	49,3±0,04	516±8	3,3±0,14
Пшенично-амарантове (85:15)	14,4±0,06	44,3±0,04	516±4	3,1±0,14
Пшенично-амарантове (80:20)	14,4±0,57	38,7±0,03	499±12	3,3±0,14
Пшенично-амарантове (75:25)	14,1±0,14	36,8±0,04	475±6	3,9±0,14
Пшенично-амарантове (70:30)	13,7±0,42	40,4±0,04	453±9	4,3±0,14

Як бачимо з отриманих результатів показники як білизна, вологість, кислотність і показник числа падіння амарантового борошно суттєво відрізняється від пшеничного борошна вищого сорту. Амарантове борошно має нижчу вологість це зумовлено високою адсорбційною здатністю

амарантового крохмалю і наявністю льняних не крохмальних полісахаридів, здатних поглинати велику кількість води.

Ще треба звернути увагу на те що у білку амарантового борошна вміст проламінів, спирторозчинних білків, становить до 2 % [10], що у 23–25 разів менше, ніж у пшеничному борошні. Відсутність клейковинних білків дозволяє використовувати амарантове борошно в харчуванні людей, які мають чутливість до глютену [13].

Треба зазначити що користь борошна з амаранту обумовлена тим що містить значну кількість біологічно активних сполук. У насінні амаранту міститься до 18-20 % білка, який складається на 28-35 % з незамінних амінокислот, переважно лізину. Слід зазначити, що дефіцитними амінокислотами зернових культур є лізин і метіонін, які у насінні амаранту містяться в двоє більшій кількості чим у інших зернових рослин. В табл.1.3 наведенні порівняння амінокислотного складу білків амарантового та пшеничного борошна.

Таблиця 1.3 – Амінокислотний склад білків борошна амаранту та пшеничного

Вміст в 100 г продукту	Зернові культури	
	Амарант	Пшениця
Лізин	0,73	0,35
Аргінін	1,03	0,54
Гістидин	0,38	0,26
Треонін	0,54	0,38
Метіонін	0,22	0,18
Валін	0,66	0,50
Лейцин	0,85	0,81
Ізолейцин	0,56	0,43
Фенілаланін	0,52	0,57

В амарантовому борошні є вітамін А, який бере участь в окисно-відновних процесах, сприяє росту нових клітин, а також він необхідний для формування кісток і зубів. У амарантовому борошні високий вміст необхідних для нормальної життєдіяльності організму вітамінів групи D, С, жовчні кислоти, стероїди і фітостероїди [16].

Також потрібно виділити що чудові поживні якості які містяться в амарантовому борошні з поєднанням із пшеничним борошном слугують повноцінним інгредієнтом для дитячого харчування.

Дослідження які проводилися науковцями показують перспективи виробництва з амаранту не тільки хлібобулочних виробів, а ще і інших продуктів, наприклад таких як молочних та м'ясних [18].

Важливою перевагою амаранту є те що він досить легко переносить засуху та має адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов. Має інтенсивний ріст, стійкий до шкідників та захворювань. Відмінна здатність амаранту є його висока насіннева продуктивність та високий коефіцієнт розмноження (2000-5000). Такий коефіцієнт розмноження не має не одна традиційна культура[19].

Амарант за вмістом харчових речовин випереджає традиційні культури. Його білки відрізняються оптимальним співвідношенням незамінних амінокислот[20]. Порівняння вмісту поживних речовин в зерні амаранту та пшениці наведені табл. 1.4

Насіння амаранту характеризується харчовою безпекою, що обумовлюється незначним вмістом в них антихарчових речовин, таких як трипепсиновий інгібітор[21]. Продукти переробки амаранту є резервом високоякісного білку і інших біологічно активних речовин. Це робить доцільним і необхідним дослідження щодо використання борошна із насіння амаранту в якості рецептурного інгредієнту для часткової заміни пшеничного борошна.

Таблиця 1.3 – Вміст поживних речовин в насінні амаранту та пшениці

Харчова речовина	Культура	
	амарант	пшениця
Вода, %	9,0-11,0	14,0
Жир, %	6,0-7,6	1,0-3,0
Білки, %	12,6-17,9	9,6-14,0
Клітковина, %	3,5-5,5	2,5-3,0
Крохмаль, %	58,0-64,0	66,0-69,0
Зола, %	1,7-2,9	1,5-1,8

Отже можна сказати що амарант в даний час є одною з перспективніших зернових культур завдяки тому що містить у своєму складі багато поживних речовин, вітамінів та амінокислот. Також продукція з амаранту підходить для всіх верств населення тому що не містить глютену, так як він визиває у деяких верств населення алергічну реакцію. З кожним роком тенденція на виробництво хлібобулочних виробів з борошна амаранту зростає, але в Україні цей продукт нажаль ще не достатньо вивчений.

1.3 Побічні продукти переробки зерна амаранту

Розробка хлібобулочних виробів із добавкою продуктів переробки амаранту, з огляду на його хімічний склад, є перспективним напрямом для розширення асортименту продуктів підвищеної харчової цінності, у тому числі в Україні.

Побічні продукти переробки зерна амаранту для виробництва борошняних виробів вивчено недостатньо. Перспективним побічним продуктом переробки амарантового зерна є шрот амаранту та олії з насіння амаранту.

Один з основних продуктів переробки зерна амаранту відносять амарантову олію. Вона володіє рядом фармакологічними властивостями таких як: гіполіпідемічна, гепатопротекторна та антиоксидантна дія. [22].

Амарантова олія використовується для 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.

Харчова цінність і біологічні властивості рослинних олій не обмежуються лише жирнокислотним складом. Велике значення має вміст в амарантовій олії супутніх речовин, а саме антиоксидантам – токоферолам, каротиноїдам і фітостеринам. [23–25].

Вміст олії в світлому насінні складає 7,53–9,71 %, а в темному – 5,81–6,81 % [26]. Самим активним і важливим компонентом амарантової олії є сквален. З усіх рослинних олій тільки амарантова олія містить його до 12 % [27].

Встановлено, що амарантова олія містить найбільше (41 %) лінолевої кислоти. Також значну частку жирнокислотного складу становить олеїнова, арахідонова і пальмітинова кислоти (15–18 %).

Насіння зерна амаранту та його продукти переробки мають високий глікемічний індекс який наведений у табл. 1.4 [28].

Таблиця 1.4 – Глікемічний індекс зерна амаранту і продуктів його переробки

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

Якщо казати про склад шроту, отриманого при переробці насіння амаранту, можна підкреслити наявність білка високої якості. Білок, що міститься в шроті, збалансований за складом амінокислот, серед яких особливо виділяються метіонін, лізин і триптофан. Лізин — це одна з найважливіших амінокислот, яка бере участь в білковому обміні, кровотворенні, синтезі гормонів і ферментів та в інших процесах в організмі людини. Так, метіонін бере участь в процесах детоксикації організму, а триптофан сприяє виробленню серотоніну — природної речовини, яка дарує нам відчуття радості і щастя, піднесеності настрою, покращує розумову та фізичну активність. Обидві ці амінокислоти не можуть синтезуватися в організмі людини і повинні надходити з їжею.

1.4 Об'єкт і предмет, мета і завдання досліджень

Мета досліджень – комплексна оцінка якості борошняних продуктів переробки зерна амаранту для обґрунтування технології хлібобулочних виробів підвищеної біологічної цінності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- виявити технологічні властивості амарантового борошна виготовленого з різних продуктів переробки зерна амаранту та їх сумішей важливі для формування якості хлібобулочних виробів;
- розробити обґрунтовані рецептури хлібобулочних виробів, збагачених борошном з амаранту;
- дослідити вплив борошняних продуктів переробки зерна амаранту, зокрема побічних продуктів виробництва амарантової олії, на тривалість вистоювання тістових заготовок пшеничного хліба;
- виявити органолептичні, фізико-хімічні показники якості хліба виробленого з борошна зерна амаранту, отриманого різними способами, та пшеничного борошна;

- встановити зміну структурно-механічних властивостей виробів, збагачених борошняною амарантовою сировиною під час зберігання.

Висновок по розділу 1

Хліб є продуктом масового споживання, тому його збагачення біологічно активними речовинами є актуальним напрямком розширення асортименту хлібобулочних виробів. Амарант є перспективною сировиною тому що має цінний біологічний склад, а також високу біологічну врожайність. Амарант корисний своїми природними властивостями, в ньому присутні цінні речовини, при чому деяких немає в жодній сільськогосподарській культурі. Амарант випереджає традиційні культури за вмістом харчових речовин, особливо таких як білки та жири. Амарант містить у 3-3,5 рази більше лізину, ніж пшениця. Зерно амаранту немає глютену, що особливо добре для людей які страждають алергічними захворюваннями.

Актуальною проблемою є збагачення хлібобулочних виробів біологічно цінною рослинною сировиною. Завдяки наявності у зерні амаранту сквалену, високого вмісту лізину та збалансованості амінокислотного складу, харчових волокон, схожих за своїм складом до харчових волокон овочей і фруктів, значної кількості есенціальних макро- і мікроелементів перспективним є використання продуктів його переробки у технології хлібобулочних виробів. Особливо це стосується застосування побічних продуктів переробки зерна амаранту на амарантову олію, комплексна оцінка якості яких у контексті функціонально-технологічних властивостей на сьогодні є надзвичайно обмеженою.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика використаної сировини

Для приготування хліба було використане борошно пшеничне вищого сорту виробництва ТОВ «Дніпромлин» (м. Дніпро, Україна) (ГСТУ 46.004–99) рис. (2.1) Амарантове борошно, використане протягом досліджень, отримане із зерна амаранту українських сортів шляхом шліфування зерна, і відповідно, знежирене. Амарантове знежирене борошно з крупи є подрібненим продуктом з шліфованого зерна амаранту, позбавленого зародку і оболонки. Виробник амарантового борошна – ТОВ «Каскад» (м. Карлівка, Україна).



Рисунок 2.1 – Борошно пшеничне вищого сорту ТОВ «Дніпромлин»

Для отримання борошна з пророщеного зерна амаранту спочатку ціле, очищене від домішок зерно амаранту, промивали 3 рази при гідромодулі 1:10 шляхом занурення зерна у ситі в воду. Після цього зерно при гідромодулі

1:10 замочували протягом 3 годин з аерацією. Після цього зерно знову промивали шляхом занурення зерна у воду. Промите і набубнявіле зерно розміщували тонким шаром 2-4 мм і накривали марлею. Потім через 3-4 години повторювали промивання зерна водою задля вилучення зерна амаранту, яке не збільшилося у розмірах. Цикл пророщування і промивання повторювали до появи корінців довжиною 0,5-2 мм. Промивання зерна дозволяло запобігти псуванню зерна і забезпечити рівномірність пророщування. Отримане пророщене зерно сушили конвективним способом при температурі 40-45 град. протягом 24 годин. Здрібнювання зерна проводили на млинку.

Тривалість зберігання борошна до використання у дослідженнях становила не більше 1 місяця. Окремі показники якості пшеничного і амарантового борошна та їх сумішей наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Окремі показники якості пшеничного, амарантового борошна та їх сумішей

Склад борошна (%)	Вологість, %	Білизна, од.пр.	Показник числа падіння, с	Кислотність, град.
Пшеничне вищого сорту (100)	14,7±0,14	59,1±0,02	503±2	3,0±0,28
Амарантове знежирене з крупи (100)	11,7±0,14	12,9±0,03	61±1	9,5±0,42
Пшенично-амарантове (95:5)	14,7±0,14	54,3±0,03	502±18	2,8±0,28
Пшенично-амарантове (90:10)	14,7±0,14	49,3±0,04	516±8	3,3±0,14
Пшенично-амарантове (85:15)	14,4±0,06	44,3±0,04	516±4	3,1±0,14
Пшенично-амарантове (80:20)	14,4±0,57	38,7±0,03	499±12	3,3±0,14
Пшенично-амарантове (75:25)	14,1±0,14	36,8±0,04	475±6	3,9±0,14
Пшенично-амарантове (70:30)	13,7±0,42	40,4±0,04	453±9	4,3±0,14

Під час проведення досліджень борошно зберігали при температурі +4-+10 °С протягом 2-3 місяців. Для пробних лабораторних випікань використовували також дріжджі пресовані хлібопекарські ТМ «Львівські» (м. Львів, Україна) та сіль кухонну харчову ТОВ «Артем-сіль» (м. Київ, Україна).

2.2. Дослідження якості сировини

2.2.1 Визначення вологості борошна

Для визначення вологості борошна використовували шафу СЕШ-3М (рис. 2.2) яку перед початком аналізу нагрівають до 130°C.

Брали наважку 5 г для кожного виду борошна у кількості двох повторностей. Наважки поміщали у нагріту сушильну шафу на 40 хв. Треба зазначити що бюкси повинні бути відкриті, кришки підкладенні на дно. Аналіз проводився за умови повного завантаження шафи. Після висушування бюкси відправили остивати в ексикатор на 20 хв., після чого зробили зважування.

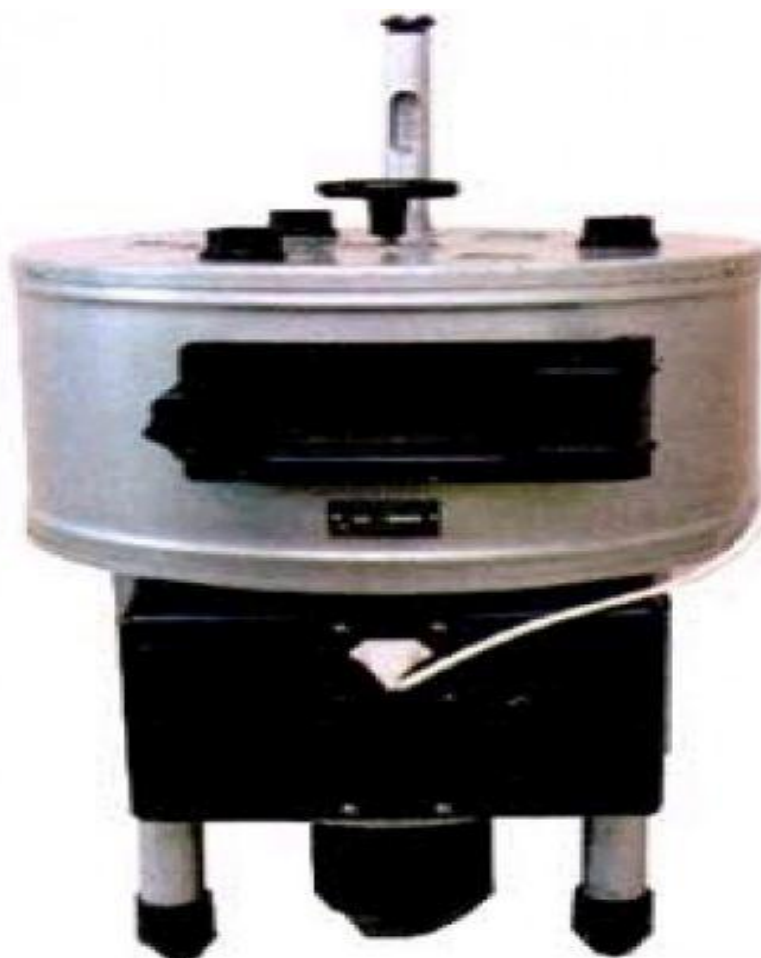


Рисунок 2.2 – Сушильна шафа СЕШ-3М

. Вологість борошна визначали у % за формулою (2.1):

$$W = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \cdot 100 \quad (2.1)$$

де W – вміст води в борошні, %;

M_1 - маса порожньої бюкси, г;

$M_{2,3}$ - маса бюкси продукту до і після висушування відповідно, г.

2.2.2 Визначення кислотності борошна

Кислотність борошна визначали за бовтанкою, для цього робили наважку 5 г. яку відправили у суху конічну колбу та додали 50 см³ дистильованої води. Вміст колби ретельно перемішали, після чого додали три краплі фенолфталеїну. Титрування проводили за допомогою 0,1 н розчину гідроксиду натрію до появи рожевого забарвлення яке не зникає на протягом 30 с.

Кислотність борошна визначали у градусах кислотності за формулою (2.2):

$$K = \frac{100 - A}{10 \cdot m},$$

де A – кількість 0,1 н розчину гідроксиду натрію. витраченого натитрування, см³;

m – маса наважки борошна, г;

1/10 – коефіцієнт перерахунку 0,1 н розчину гідроксиду натрію в 1,0 н.

2.2.3 Визначення автолітичної активності борошна

Автолітичну активність визначали за методом автолітичної проби (ГОСТ 27495). Для визначення автолітичної активності борошна брали наважку 1г. та додавали 10 см³ дистильованої води.

Заповнені стаканчики занурюювали в киплячу водяну баню на 15 хв., причому перші 3 хв. перемішували за допомогою скляних паличок для рівномірної клейстеризації. Після прогрівання стаканчики з рідиною охолоджували до кімнатної температури. Масу автолізату довели до 30 г за допомогою дистильованої води, після чого ретельно перемішали до появи піни та зробили фільтрацію через складчастий фільтр. Відібрані краплі наносили на призму рефрактометра (рис. 2.3) , після чого знайшли вміст сухих речовин і помножили на 30, враховуючи розведення.



Рисунок 2.3 – Рефрактометр для визначення водорозчинних речовин

Вміст водорозчинних речовин у перерахунку на сухі речовини борошна обчислювали за формулою (2.3):

$$x = \frac{a \cdot 100}{100 - W}, \quad (2.3)$$

де W – вологість борошна, %;

a – вміст водорозчинних речовин у борошні, %.

2.2.4 Визначення числа падіння борошна

Число падіння борошно визначали на приладі ПЧП (ГОСТ 27495) (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Прилад для визначення числа падіння борошна

Перед початком роботи дізналися вологість борошна, тому що маса наважки визначається за допомогою вологості (ГОСТ 27495). Для кожного виду борошна робили дві наважки та додавали по 25 см³ дистильованої води у кожну пробірку з сировиною. Пробірки енергійно струшували 30 разів. Пробірки поміщали у прилад для визначення показника числа падіння та чекали завершення процесу, після чого результат аналізу отримали на екран.

2.3 Дослідження хлібопекарських властивостей борошна

Хлібопекарські властивості борошна визначали за допомоги пробного лабораторного випікання.

В якості фактору досліджень було обрано вміст борошна амаранту α в наступному діапазоні концентрацій 0–30 % із кроком в 5 %. Пробні лабораторні випікання проводили за стандартною методикою ГОСТ 27669 при замішуванні тіста з 200 г борошна. Для приготування тіста використовували суміші пшеничного і амарантового борошна у співвідношеннях 100:0 (контроль), 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25, 70:30. Кількість води, яка необхідна для формування тіста вологістю 43,5%, визначали, виходячи з вологості вихідної сировини. Для замішування тіста усіх зразків використовували дріжджі пресовані хлібопекарські (5 г) та сіль (1,5 г), не застосовуючи ніяких ферментних препаратів і поліпшувачів. Замішування тіста робили у тістомісильній машині GoodFood PM-B7-F (рис.2.4). Ферментація тіста відбувалася в термостаті при температурі $31 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 170 хв., після 60 і 120 хв. ферментації проводили обминання тіста. Після закінчення ферментації хліб обминали і розміщали у форми для вистоювання у термостаті при температурі $37 \pm 1^\circ\text{C}$, кінець якого визначали органолептично і фіксували як тривалість вистоювання, виражену у хвиликах. Тістові заготовки випікали в лабораторній печі (рис.2.5). з паровим зволоженням пекарної камери при температурі $220\text{--}230^\circ\text{C}$ протягом 30 хвилин. Через 4-6 годин визначали органолептичні, фізико-хімічні показники якості зразків хліба.

Упікання хліба визначали як відношення маси гарячого хліба, визначену відразу після виймання буханки з печі, до маси охолодженого хліба через 4 години зберігання при кімнатній температурі, виражене у %.



Рисунок 2.4 – Тістомісильна машина GoodFood PM-B7-F



Рисунок 2.5 – Конвекційна піч XFT133 Arianna

Усихання хліба визначали як відношення маси охолодженого хліба через 4 години зберігання при кімнатній температурі до маси хліба після 24 годин зберігання при кімнатній температурі, виражене у %.

Загальні втрати маси зразка визначали як суму упікання і усихання, виражену у %.

2.4 Оцінка якості хліба

Якість хліба визначали наступного дня після випікання. Зразки хліба аналізували за показниками питомого об'єму, формостійкості, комплексної якості із врахуванням органолептичних показників, а саме кольору скоринки, стану поверхні, кольору м'якушки, структури пористості, реологічних властивостей м'якушки, аромату, смаку, розжовуваності м'якушки, виражених в п'ятибальній шкалі за методикою, описаною у роботі з врахуванням коефіцієнтів вагомості, визначених експертним методом. Органолептична оцінка була проведена панельною групою з 7 експертів – співробітників інженерно-технологічного факультету.

2.5 Дослідження фізико-хімічних показників якості хлібобулочних виробів

До основних фізико-хімічних показників відносять вологість, пористість та кислотність.

Для визначення вологості подрібнювали м'якушку хліба і брали дві наважки по 5 г. Наважки зважували разом с бюксами щоб дізнатися масу до висушування. Висушували протягом 45 хв. , після чого бюкси з наважками відправляли остивати у ексикатор на 20 хв. Знову проводили зважування щоб дізнатися різницю до висушування і після. Після чого вираховували вологість м'якушки у відсотках.

Пористість визначали за ГОСТ 5669-96 за допомогою приладу Журавльова (рис.2.7). Із кожного зразка брали три виїмки м'якушки які потім зважували та записували отриманий результат.



Рисунок 2.7 – Прилад Журавльова

Кислотність м'якушки визначали арбітражним методом. Для цього брали наважку 25 г. подрібненої м'якушки, в колбу до нашої наважки додавали 250 мл. дистильованої води. Конічні колби закривали та енергійно струшували протягом 2 хв., давали відстоятися 10 хв. , потім знову струшували і відстоювали 8 хв. Отриману витяжку фільтрували через марлю у суху конічну колбу по 50 см³. Після чого проводили титрування 0,1N розчином гідроксиду натрію до появи слабо-рожевого, яке не зникає протягом 1 хв.

2.6 Структурно-механічні характеристики якості хліба

Зміну структурно-механічних характеристик хліба визначали на сконструйованому лабораторному текстурометрі через 24 і 48 години зберігання зразків при кімнатній температурі за наступними показниками: динаміка зміни зусилля стискання і напруженості, значення напруженості при відносній деформації, модуль пружності, показник статичного гістерезису.

3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження властивостей амарантового борошна різних видів

У якості досліджуванні борошняної сировини було використано різні види амарантового борошна, таке борошно було вироблено із зерна амаранту вирощеного в Україні протягом 2019 – 2020 років. Зокрема для дослідження було використане таке борошно: цільозерновий подрібнений шрот; біоактивоване цільозернове; круп'яне, цільозернове макухове, цільозернове.

Для сировини з підвищеним вмістом жиру до якої можна віднести амарантове зерно також окремої уваги заслуговує показник кислотності це той показник який відображає свіжість борошна. Оскільки амарантове зерно в порівнянні з зерном пшениці містить на багато більший вміст жиру який може сягати 8%, при цьому вміст такого жиру характеризується значною кількістю поліненасичених жирних кислот, зокрема ліноленової кислоти яка здатна до швидкого окиснення. Саме показник кислотності зерна і відповідно показник кислотності борошна є показником який виступає обмежувальним що до оцінки якості амарантового борошна.

Також проводили аналіз таких показників як вологість, автолітична активність, показник числа падіння та білизна борошна.

В табл. 3.1 наведено дослідженні функціонально-технологічні показники якості амарантового борошна здатні впливати на формування якості хлібопекарської продукції.

Для визначення вологості брали дві наважки по 5 г. які поміщали у нагріту сушильну шафу на 40 хв. Аналіз проводився за умови повного завантаження шафи. Після висушування бюкси відправили остивати в ексікатор на 20 хв., після чого зробили зважування. Вологість борошна визначали у %. У різних видів амарантового борошна бачимо що показник варіюється від 7,8% до 13,3%. Найменший показник має цільозерновий подрібнений шрот 7,8%, а найвищий у борошна біоактивоване цільозернове

13,3%. Середній показник за всіма видами амарантового борошна становить 10,78%.

Таблиця 3.1 – Показники якості різних видів амарантового борошна

Види амарантового борошна	Показники якості амарантового борошна				
	Вологість, %	Білізна, од.пр.	Показник числа падіння, с	Автолітична активність, %	Кислотність, град.
Цільнозерновий подрібнений шрот	7,8±0,28	30,6±0,70	67,5±0,71	27±0	5±0,14
Біоактивоване цільнозернове	13,3±0,42	37,5±0,25	61±0	33±0	17,7±0,42
Круп'яне	10,40±0,29	14,65± 40	61±0	36±0	11,40±0,24
Цільнозернове макухове	9,7±0,28	55,2±0,34	69,5±0,70	33±0	14,9±0,34
Цільнозернове	12,7±0,40	10,0±0,14	62±0	17,2±0,20	8±0,18
Діапазон значень	7,8 – 13,3	10 – 55,2	61 – 69,5	17,2 – 36	5 – 17,7
Медіана	10.4	30.6	62.0	33.0	11.4
Середнє	10,78	29,59	64,2	29,24	11,4

Ще один показник який визначали було число падіння борошна. Перед початком роботи проводили вологість борошна, тому що маса наважки визначається за допомогою вологості. Для кожного виду борошна робили дві

наважки та додавали по 25 см³ дистильованої води у кожную пробірку з сировиною. Пробірки енергійно струшували 30 разів. Пробірки поміщали у прилад для визначення показника числа падіння та чекали завершення процесу, після чого результат аналізу отримали на екран. В усіх видах амарантового борошна розбіжність була невелика, вона варіювалася від 61 до 69,5 од.пр. Найбільше значення ми отримали у цільнозернове макухове борошно 69,5 од.пр., а найменший показник був у круп'яному борошні та біоактивованому цільнозерновому по 61 од.пр. відповідно. Середній показник числа падіння борошна становив 64,2 од.пр.

Автолітичну активність визначали за методом автолітичної проби. Для визначення автолітичної активності борошна брали наважку 1г. та додавали 10 см³ дистильованої води. Заповнені стаканчики занурювали в киплячу водяну баню на 15 хв., причому перші 3 хв. перемішували за допомогою скляних паличок для рівномірної клейстеризації. Після прогрівання стаканчики з рідиною охолоджували до кімнатної температури. Масу автолізату довели до 30 г за допомогою дистильованої води, після чого ретельно перемішали до появи піни та зробили фільтрацію через складчастий фільтр. Відібрані краплі наносили на призму рефрактометра, після чого знайшли вміст сухих речовин і помножили на 30, враховуючи розведення. При визначенні автолітичної активності всіх видів амарантового борошна можемо побачити що діапазон значень становить від 17,2 до 36%. Найменший показник є у цільнозерновому борошні 17,2%, а найбільший у круп'яному борошні 36%. Середнє значення 29,24%.

Ще одним важливим показником якості борошна є його кислотність. Кислотність борошна визначали за бовтанкою, для цього робили наважку 5 г. яку відправили у суху конічну колбу та додали 50 см³ дистильованої води. Вміст колби ретельно перемішали, після чого додали три краплі фенолфталеїну. Титрування проводили за допомогою 0,1 н розчину гідроксиду натрію до появи рожевого забарвлення яке не зникає на протягом 30 с. Кислотність борошна визначали у градусах кислотності. При проведенні

аналізу бачимо що діапазон значень всіх видів борошна становить від 5 до 17,7 градусів. Найменший показник кислотності ми отримали у борошні з цідьнозерновому подрібненому шроті 5 градусів, а найвищий показник у біоактивованому цільнозерновому борошні 17,7 градусів.

3.2 Вплив дозування амарантового борошна різних видів на формування якості пшеничного хліба

3.2.1 Вплив амарантового борошна на тривалість вистоювання

Тривалість виробничого процесу є визначальним фактором який суттєво позначається на виробничих витратах і впливає на обсяги продукції що випускається підприємствами. На сьогодні дуже часто використовується безопарний спосіб приготування тіста і навіть прискорений який дозволяє суттєво скоротити технологічний процес виробництва хлібопекарської продукції. Відомо що амарантове борошно характеризується відмінним від пшеничного борошна хімічним складом і здатне призводити до інтенсифікації процесу дозрівання тіста.

Під час визначення хлібопекарських властивостей борошна окрему увагу було приділено процесу дозрівання тіста та визначенню впливу різних видів амарантового борошна на тривалість вистоювання що наведено на рис.3.1

Завдяки отриманих даних тривалості вистоювання тіста які наведені у додатку В та отриманих наших графіків бачимо що час вистоювання відрізняється в залежності від виду борошна. Але можна зробити висновок що чим більша кількість амарантового борошна тим менше часу потрібна для вистоювання тіста.

Ферментація тіста відбувалася в термостаті при температурі $31 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 170 хв., після 60 і 120 хв. ферментації проводили обминання тіста.

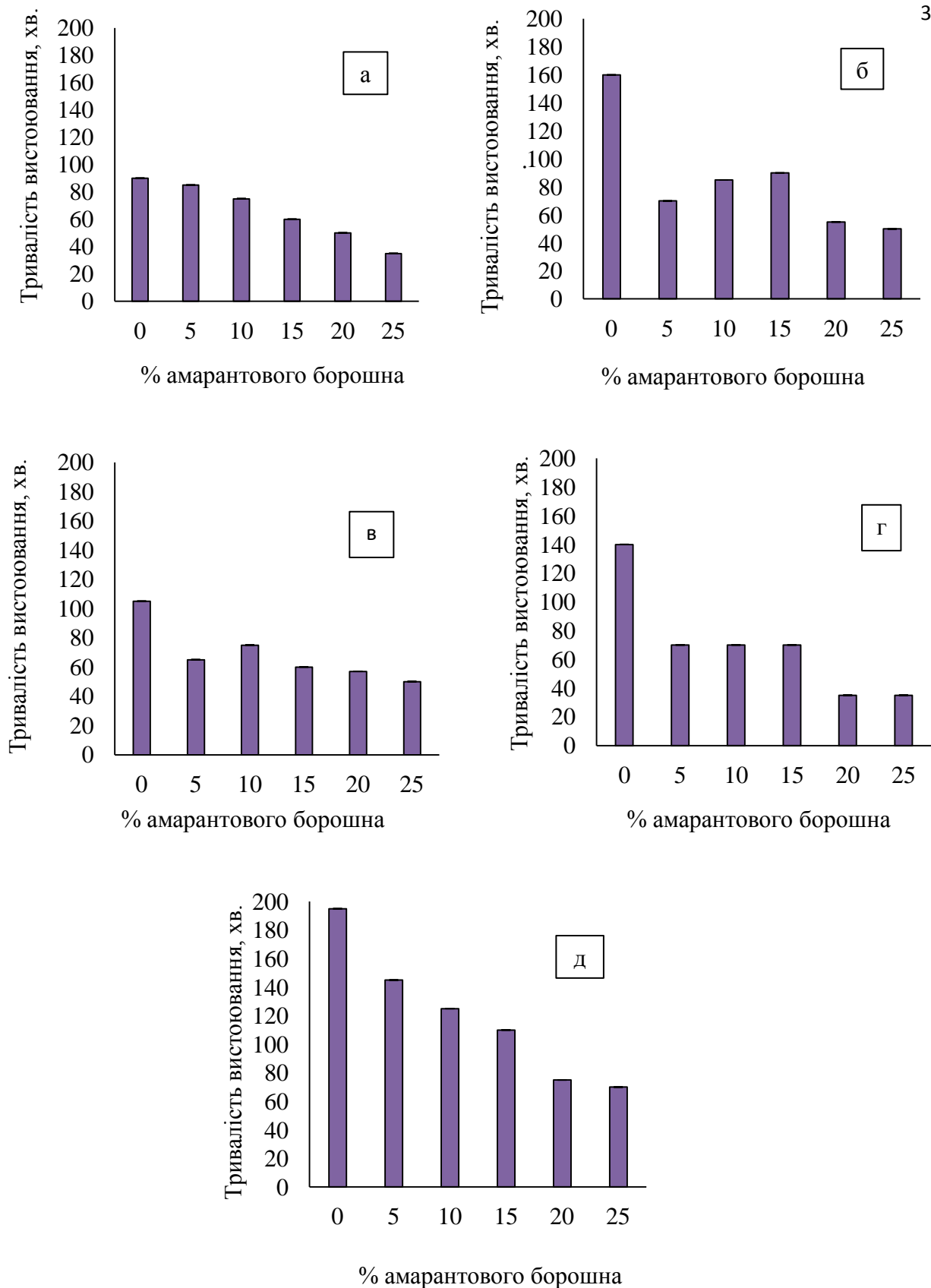


Рисунок 3.1 – Тривалість вистоявання різних видів амарантового борошна: а – цільозерновий подрібнений шрот; б – біоактивоване цільозернове; в – круп'яне; г – цільозернове макухове; д – цільозернове

3.2.2 Вплив амарантового борошна на якість пшеничного хліба

Якість хліба характеризується комплексом показників які можна поділити на фізико-хімічні показники та органолептичні показники якості. В залежності від використаної технології амарантового борошна отриманий пшеничний хліб характеризувався різною якістю як видно у додатку В.

Як бачимо з отриманих при збільшенні вмісту амаранту змінюється колір самого хліба. Якщо контроль який вироблений тільки з пшеничного борошна має білий колір то продукція вироблена з додаванням амарантового борошна стає більш темна. Колір починається змінюватися поступова в залежності від кількості амарантового борошна, від світло-коричневого до темно – коричневого.

Також можна зазначити що саме тісто зі збільшенням додавання до рецептури амарантового борошна стає більш липким і його складніше обминати.

Наступного дня проводили вимірювання формостійкості скоринки хлібобулочних виробів. Формостійкість характеризується відношенням висоти (Н) до його діаметру (В). Хліб розрізали по діаметру та за допомоги міліметрової лінійки проводили вимірювання. За висоту хлібної скоринки брали найбільше значення, а для діаметра також брали найбільше перпендикулярне значення.

Графіки отриманих результатів Н:В можна побачити на рис.3.2. Як можна побачити Н:В суттєво відрізняється в залежності від використаного амарантового борошна. Найкращу формостійкість була досягнута при використанні круп'яного борошна. Найбільш не вдалим якщо казати про формостійкість опинилося борошно цільнозернове. Краще себе показують вироби з додаванням амаранту у кількості від 5 до 15%. Також треба зазначити що ми не можемо остаточно сказати що на формостійкість вплинуло саме вид борошна, тому що є людський фактор який може відправити у піч заготовки коли вони ще погано піднялись.

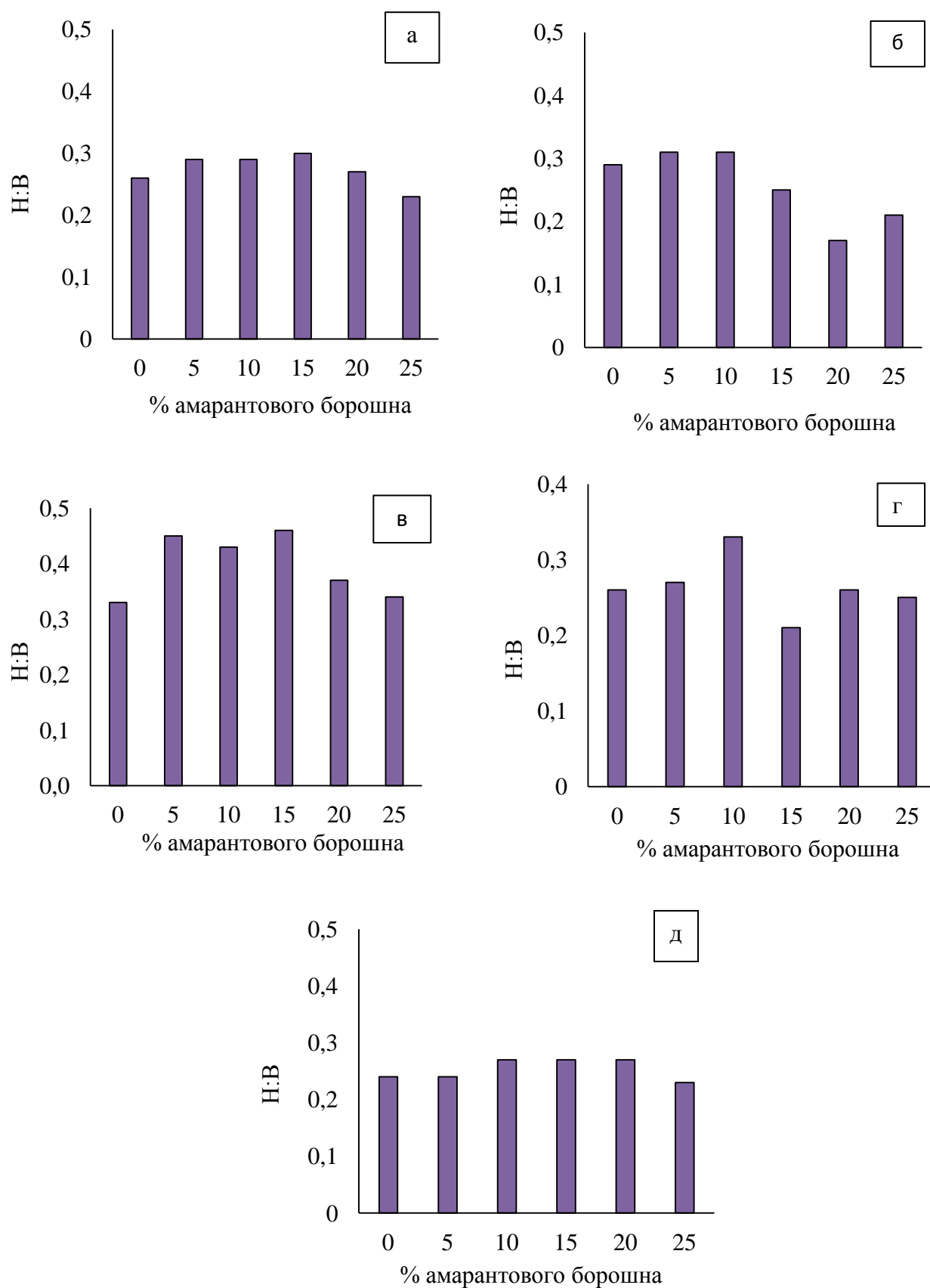


Рисунок 3.2 – Залежність Н:В різних видів амарантового борошна : а – цілнозерновий подрібнений шрот; б – біоактивоване цілнозернове; в – круп'яне; г – цілнозернове макухове; д – цілнозернове

Також проводили такий аналіз якості хлібобулочних виробів як вологість м'якушки. Отримані результати наведені у додатках. Для визначення вологості подрібнювали м'якушку хліба і брали дві наважки по 5 г. Отримані зразки зажували разом с бюксами щоб дізнатися масу до висушування. Висушування проводили протягом 45 хв., після тогу як бюкси остигли ми знову проводили зважування щоб дізнатися різницю до висушування і після. Після чого вираховували вологість м'якушки у відсотках. Можемо побачити що вологість хліба з різними видами амарантового борошна не дуже відрізняється і варіюється у діапазоні від 37,2 % до 43,2%. Найменший показник був в хліб із борошна цільнозернового подрібненого шрота , а найвищий показник вологості був у виробі з круп'яного борошна.

Одним із важливіших показників якості хліба є його кислотність м'якушки. Кислотність м'якушки робили за допомогою арбітражного метода. Для цього брали наважку 25 г. подрібненої м'якушки, в колбу до нашої наважки додавали 250 мл. дистильованої води. Конічні колби закривали та енергійно струшували протягом 2 хв., давали відстоятися 10 хв. , потім знову струшували і відстоювали 8 хв. Отриману витяжку фільтрували через марлю у суху конічну колбу по 50 см³. Після чого проводили титрування 0,1н розчином гідроксиду натрію до появи слабо-рожевого, яке не зникає протягом 1 хв.

Результати визначення кислотності наведені у додатках, а графічна залежність показана на рис.3.3. Як бачимо у всіх отриманих зразках кислотність зростає при підвищенні вмісту амарантового борошна. Найвища кислотність хлібобулочних виробів спостерігається у продукції виробленого з біоактивованого цільнозернового борошна, показник доходив майже до 4 градусів, коли в трьох з п'яти зразках кислотність доходила тільки до значення 2 градусів. Підвищена кислотність псувала органолептичні показник якості хлібобулочних виробів, а саме аромат та смак. Такі виробі були з гіркуватим присмаком та мали специфічний аромат.

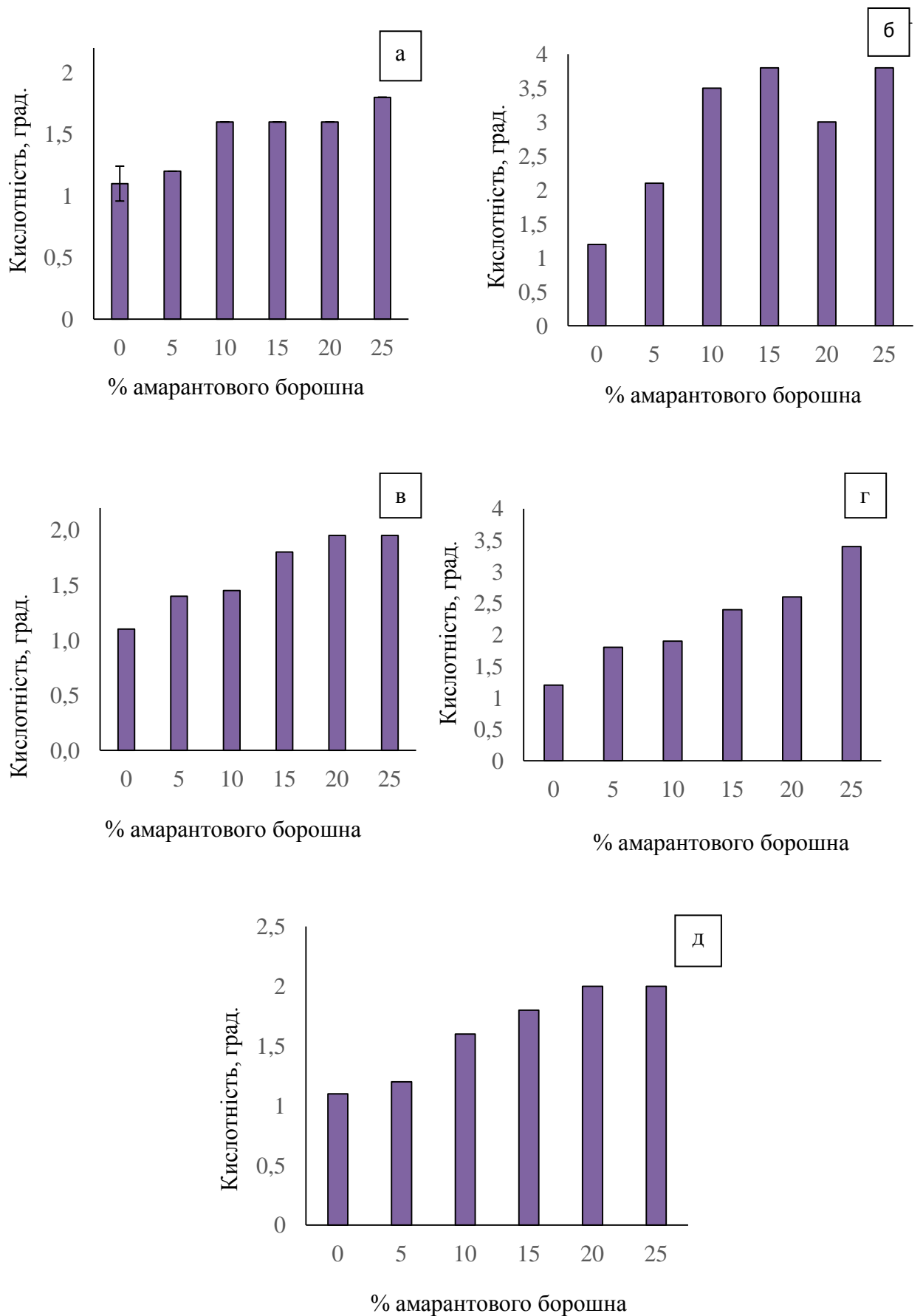


Рисунок 3.3 – Кислотність м'якушки різних видів амарантового борошна : а – цілнозерновий подрібнений шрот; б – біоактивоване цілнозернове; в – круп'яне; г – цілнозернове макухове; д – цілнозернове

Не менш важливими за фізико-хімічні показники є органолептичний аналіз. Органолептичний показник оцінюють за допомогою органів чуття таких як зору, нюху та дотику. На рис.3.4 наведені комплексні органолептичні оцінки якості хлібобулочних виробів.

Якість хліба визначали наступного дня після випікання. Зразки хліба аналізували за такими органолептичними показниками як колір скоринки, стан поверхні, колір м'якушки, структури пористості, реологічні властивості м'якушки, аромат, смак, розжовуваність м'якушки. Органолептичний аналіз виражали в п'ятибальній шкалі за методикою, описаною у роботі з врахуванням коефіцієнтів вагомості, визначених експертним методом. Органолептична оцінка була проведена панельною групою з 7 експертів – співробітників інженерно-технологічного факультету.

Всі види хлібобулочної продукції вироблених з різних видів амарантового борошна має високу якість. Провівши аналіз всіх видів хлібобулочної продукції можна сказати що продукція вироблена з додаванням амарантового борошна в співвідношенні 90:10 та 85:15 має вищу органолептичну оцінку якості.

При додаванні амарантового борошна змінюється колір хлібобулочного виробу. контроль який вироблений тільки з пшеничного борошна має білий колір та з кожним відсотковим додаванням амарантового борошна колір стає більш темний. Колір починається змінюватися поступова в залежності від кількості амарантового борошна, від світло-коричневого до темно – коричневого.

Якщо казати про смак хлібобулочних виробів то можемо сказати що у всіх видах виробленою продукції починаючи із зразка з вмістом амарантового борошна більше 20% продукція починає гірчить та має специфічний присмак. Теж саме можна сказати і про аромат, продукція вироблена з додаванням амарантового борошна має неприємний специфічний аромат.

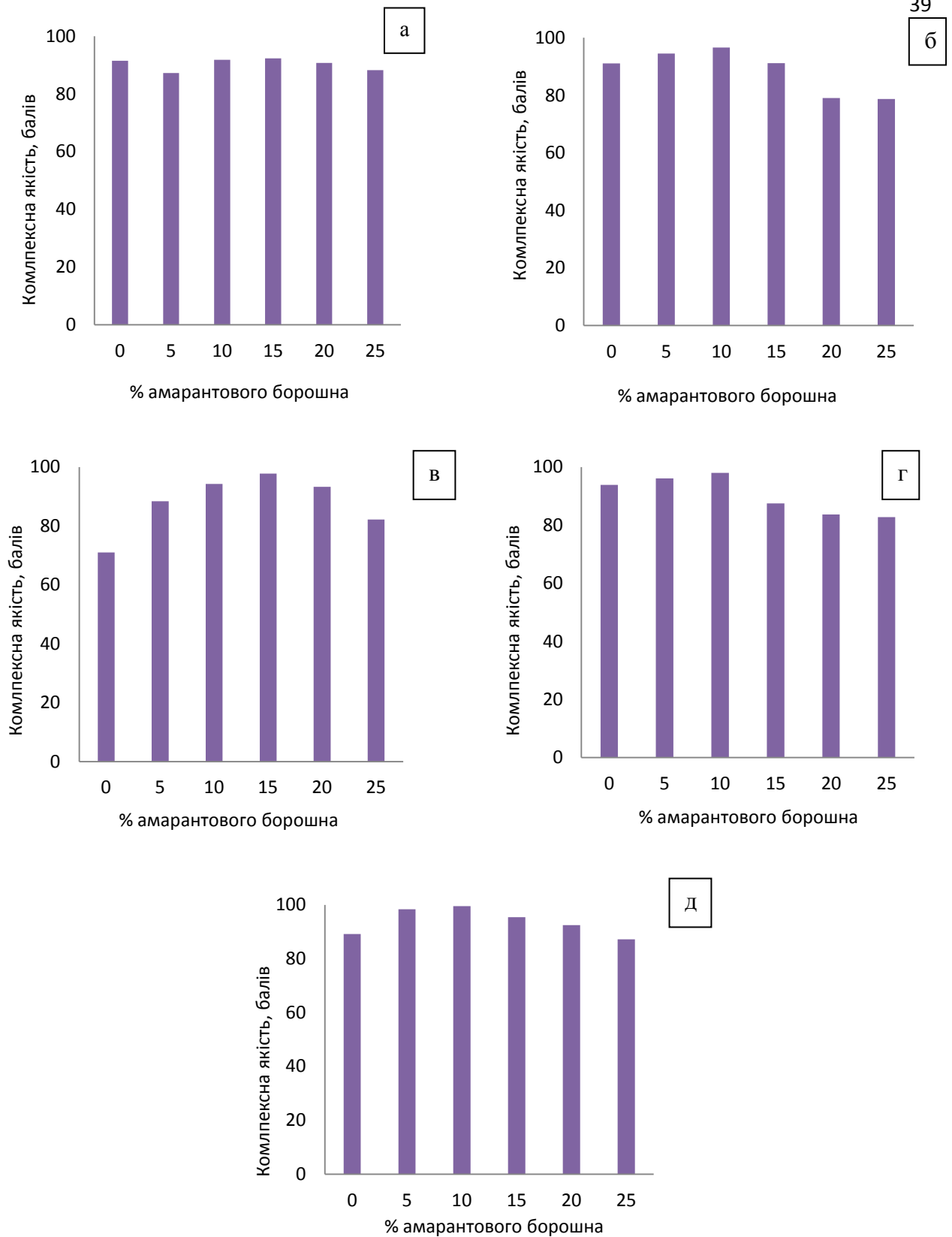


Рисунок.3.4 – Комплексна якість хлібобулочних виробів з різних видів амарантового борошна: а – цільнозерновий подрібнений шрот; б – біоактивоване цільнозернове; в – круп'яне; г – цільнозернове макухове; д – цільнозернове

Також проводився аналіз питомого об'єму хліба, результат якого наведені на рис. 3.5

Спочатку для визначення питомого об'єму ми знаходили саме об'єм хлібобулочних виробів. Для цього використовували просо, для цього брали необхідну кількість зерна і трішки насипали на дно ємності. Після чого обережно не приминаючи клали хліб і засипали всією кількістю просо з гіркою. За допомогою лінійки знімали верхні шар зерна який переміщали в мірний циліндр.

А саме питомий об'єм вже знаходили відношенням об'єму хлібобулочного виробу до його маси.

Як бачимо з рис.3.5 найкращий показник питомого об'єму показали виробу виготовлені з борошна біоактивоване цільнозернове та круп'яне. Менше всіх отримали питомий об'єм у зразку з додаванням борошна цільнозернового подрібненого шрота. Також провівши аналіз отриманих графіків можна зробити висновок що найкращий питомий об'єм ми отримуємо у зразках з додаванням 10-20% амарантового борошна.

Для визначення якості борошна визначали упікання, висихання та загальні втрати.

Упікання хліба визначали як відношення маси гарячого хліба, визначену відразу після виймання буханки з печі, до маси тіста. Упікання відбувається внаслідок часткового випаровування з тіста води та продуктів бродіння. Величина упікання коливається в межах від 12,5 – 16,1%.

З отриманих даних що наведені у табл. 3.2 можна побачити що у всіх наведених виробках упікання не дуже відрізняється, в межах 4%. Найменший показник отримали у виробі з додаванням тільки пшеничного борошна, тобто контролю. Найвищий показник спостерігаємо у виробі зробленого з круп'яного борошна у зразку з додаванням 25% амарантового борошна. Також можна зробити висновок що саме у зразках 75:25 у всіх видах хлібобулочної продукції вироблених з різних видів амарантового борошна має більший показник упікання чим інші.

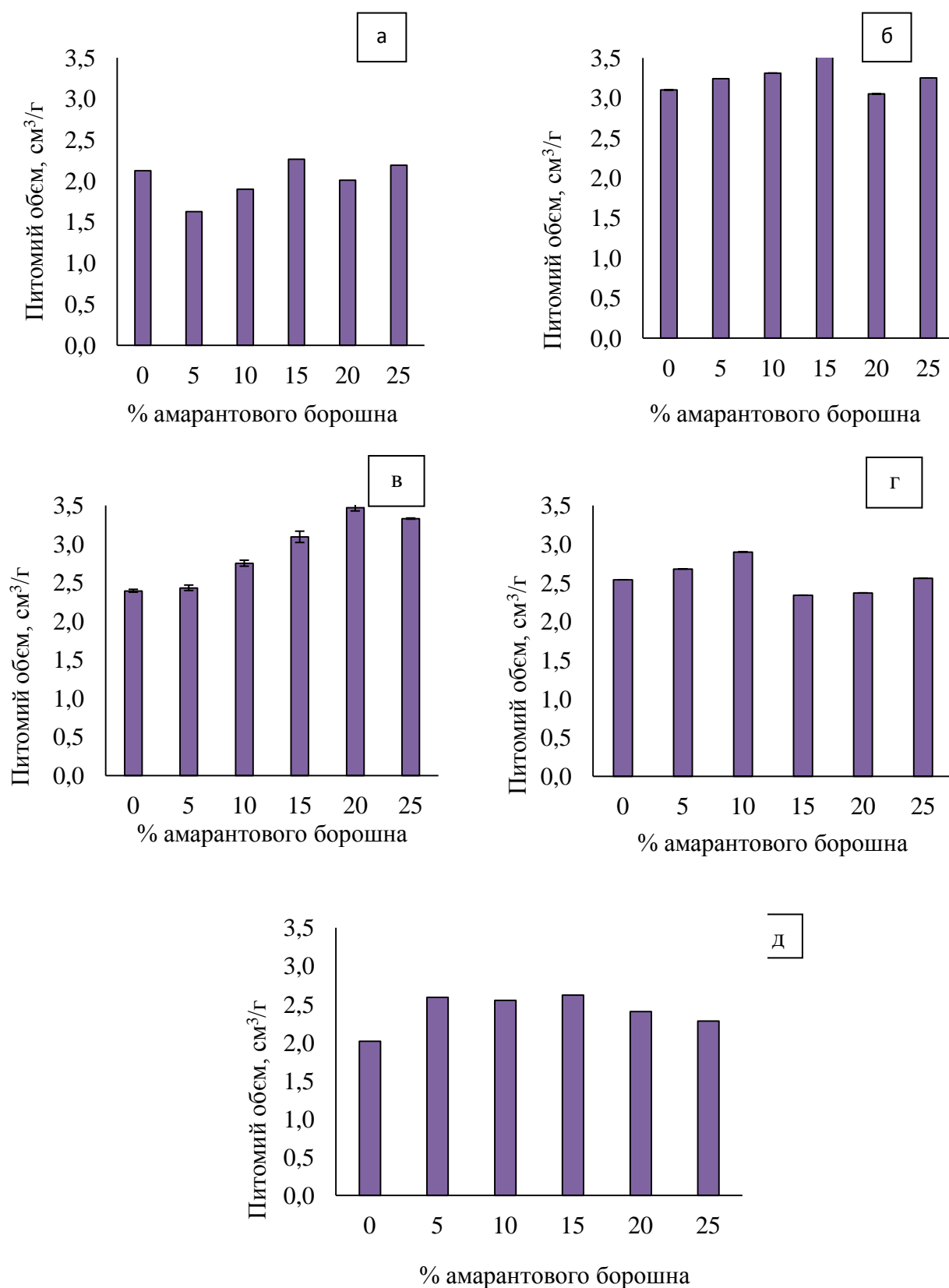


Рисунок рис.3.5 – Питомий об'єм хлібобулочних виробів виробів з різних видів амарантового борошна: а – цільнозерновий подрібнений шрот; б – біоактивоване цільнозернове; в – круп'яне; г – цільнозернове макухове; д – цільнозернове

Таблиця 3.2 – Упікання хлібобулочних виробів

Види амарантового борошна	Зразок, співвідношення пшеничного борошна до амарантового					
	100:0	95:5	90:10	85:15	80:20	75:25
Цільнозерновий подрібнений шрот	13,7	13,1	14,0	12,6	13,2	14,1
Біоактивоване цільнозернове	12,5	13,2	13,7	14,9	13,7	15,3
Круп'яне	14,4	13,3	13,5	14,4	15,1	16,1
Цільнозернове макухове	14,4	14,1	14,9	14,4	14,4	15,6
Цільнозернове	13,7	13,0	13,1	12,6	12,3	13,1

Усихання хліба визначали як відношення маси охолодженого хліба через 4 години зберігання при кімнатній температурі до маси хліба після 24 годин. Отримані результати наведені у табл. 3.3. Усихання відбувається завдяки випаровуванню з нього частини води і деяких продуктів бродіння.

Як бачимо найбільші втрати при усиханні ми отримали у хлібобулочної продукції отриманої з борошна біоактивоване цільнозернове, а також цільнозернове макухове. Найменші втрати отримали у хлібі в рецептурі якого використовувалося борошно круп'яне.

Більше всього втратили у зразку 80:20 у біоактивованого борошна 8,1%, а найменше у зразках 80:20 та 75:25 круп'яного борошна. Але можна сказати що залежність від дозування кількості амарантового борошна не спостерігали.

Таблиця 3.3 – Усихання хлібобулочних виробів

Види амарантов ого борошна	Зразок, співвідношення пшеничного борошна до амарантового					
	100:0	95:5	90:10	85:15	80:20	75:25
Цільнозер новий подрібнен ий шрот	2,0	1,4	2,3	2,6	3,1	1,4
Біоактиане цільнозерн ове	6,6	7,1	7,1	7,0	8,1	7,5
Круп'яне	0,7	2,4	2,2	1,1	0,6	0,6
Цільнозер нове макухове	3,0	3,7	3,4	3,4	2,9	5,7
Цільнозер нове	1,3	1,7	1,6	1,9	2,0	1,4

Після того як дізналися упікання і усихання ми розрахували загальні втрати хлібобулочних виробів. Загальні втрати маси зразка визначали як суму упікання і усихання, виражену у %. З отриманих результатів які наведені у табл. 3.4. бачимо що найбільші втрати отримали у борошні біоактивоване цільнозернове, а найменші у борошні з цільнозернового подрібненого шроту. Також можна сказати що кількість амарантового борошна ніяк не впливає на загальні втрати хлібобулочних виробів.

Якщо проаналізувавши всі зразки можна зробити висновок що діапазон значень загальних втрат хлібобулочних виробів з додаванням амарантового борошна різних видів становить 7,7 – 22,8%. Таке значення для хлібобулочних виробів вважається нормою

Таблиця 3.4 – Загальні втрати хлібобулочних виробів під час випікання і охолодження

Види амарантов ого борошна	Зразок, співвідношення пшеничного борошна до амарантового					
	100:0	95:5	90:10	85:15	80:20	75:25
Цільнозерновий подрібнений шрот	15,7	14,5	16,3	15,3	8,2	7,7
Біоактивоване цільнозернове	19,1	20,3	20,8	21,9	21,8	22,8
Круп'яне	15,1	15,7	15,8	15,6	15,7	16,7
Цільнозернове макухове	17,5	17,8	18,2	17,8	17,3	21,3
Цільнозернове	14,9	14,7	14,7	14,4	14,3	14,5

3.3 Вплив амарантового борошна на свіжість хліба

В результаті досліджень проведена кваліметрична оцінка якості хлібних виробів і визначені основні показники структурно-механічних властивостей свіжого хлібного виробу із різним вмістом борошна амаранту (рис. 3.6).

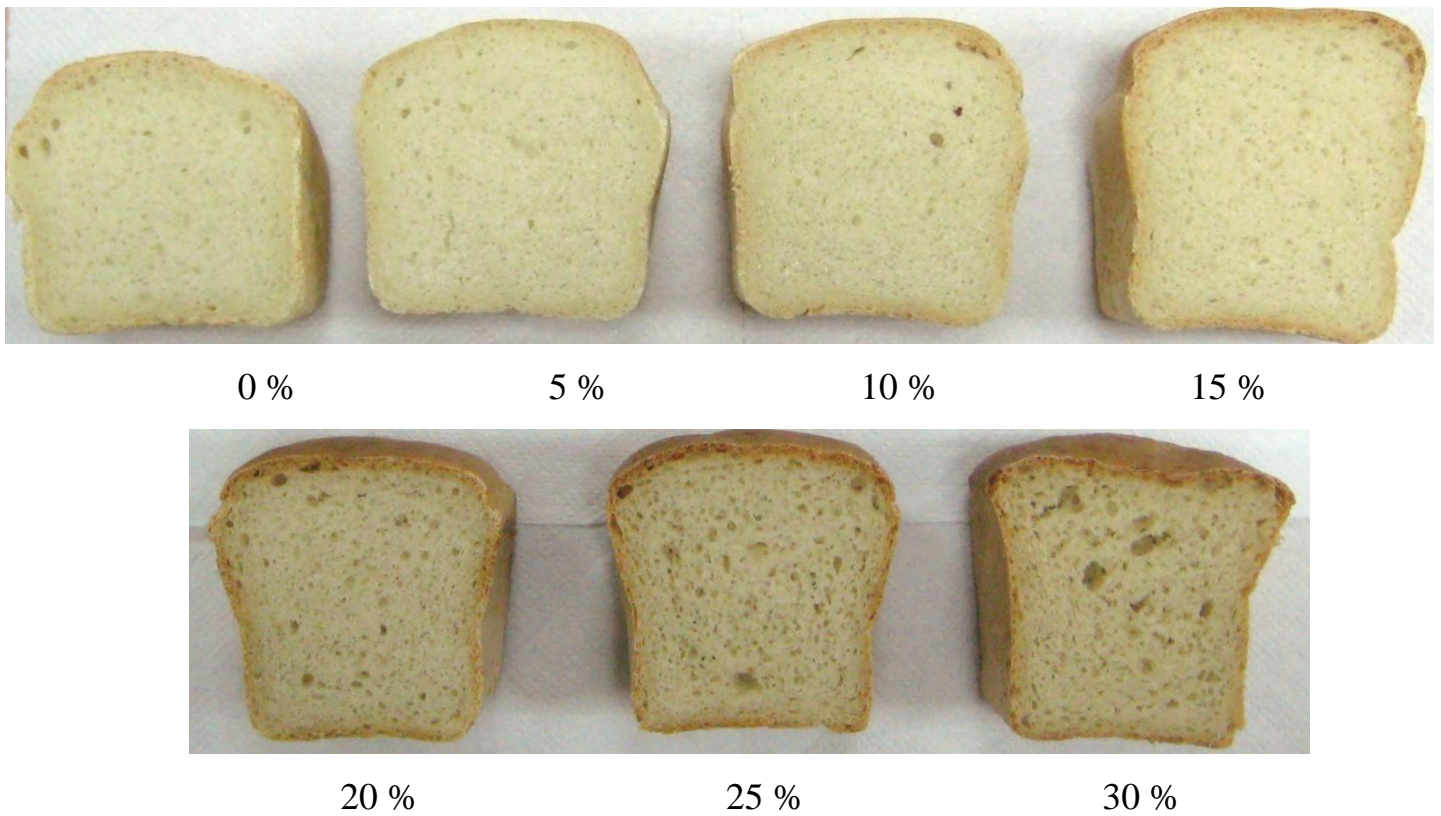


Рисунок 3.6 – Пшеничний хліб без амарантового шроту 0 (контроль), з 5, 10, 15, 20, 25, 30 % заміною пшеничного борошна на амарантовий шрот

На рис.3.6 представлені залежності зміни сили пружності свіжого хлібу $F(t)$ від часу t і напруженості свіжого хлібу σ (ϵ) від його відносної деформації ϵ для різного вмісту борошна амаранту α . Залежність напруженості свіжого хлібу σ (ϵ) від його відносної деформації ϵ представляється у вигляді пружного гістерезису. Із збільшенням вмісту борошна амаранту α зменшується і площа гістерезису, що і підтверджує рис.3.8, а саме і показник статичного пружного гістерезису. Для модуля пружності E і значення апруженості хлібного виробу при 25 % деформації σ (25 %) спостерігається подібна закономірність, тобто зменшення їх значень із збільшенням вмісту борошна амаранту α . Це пояснюється збільшенням пористості м'якушки δ і зменшенням питомого об'єму ρ .

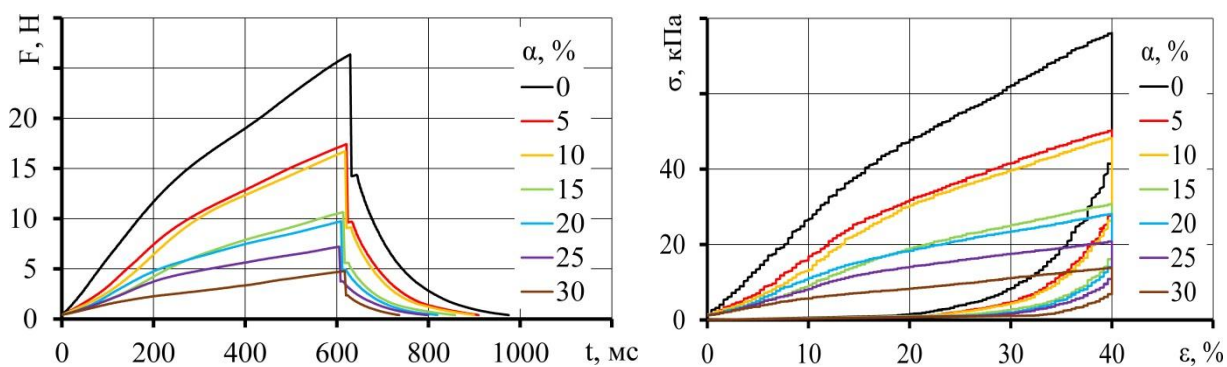


Рисунок.3.7 – Динаміка зміни сили пружності свіжого хлібу $F(t)$ і напруженості свіжого хлібу $\sigma(\epsilon)$ в залежності від вмісту амаранту α

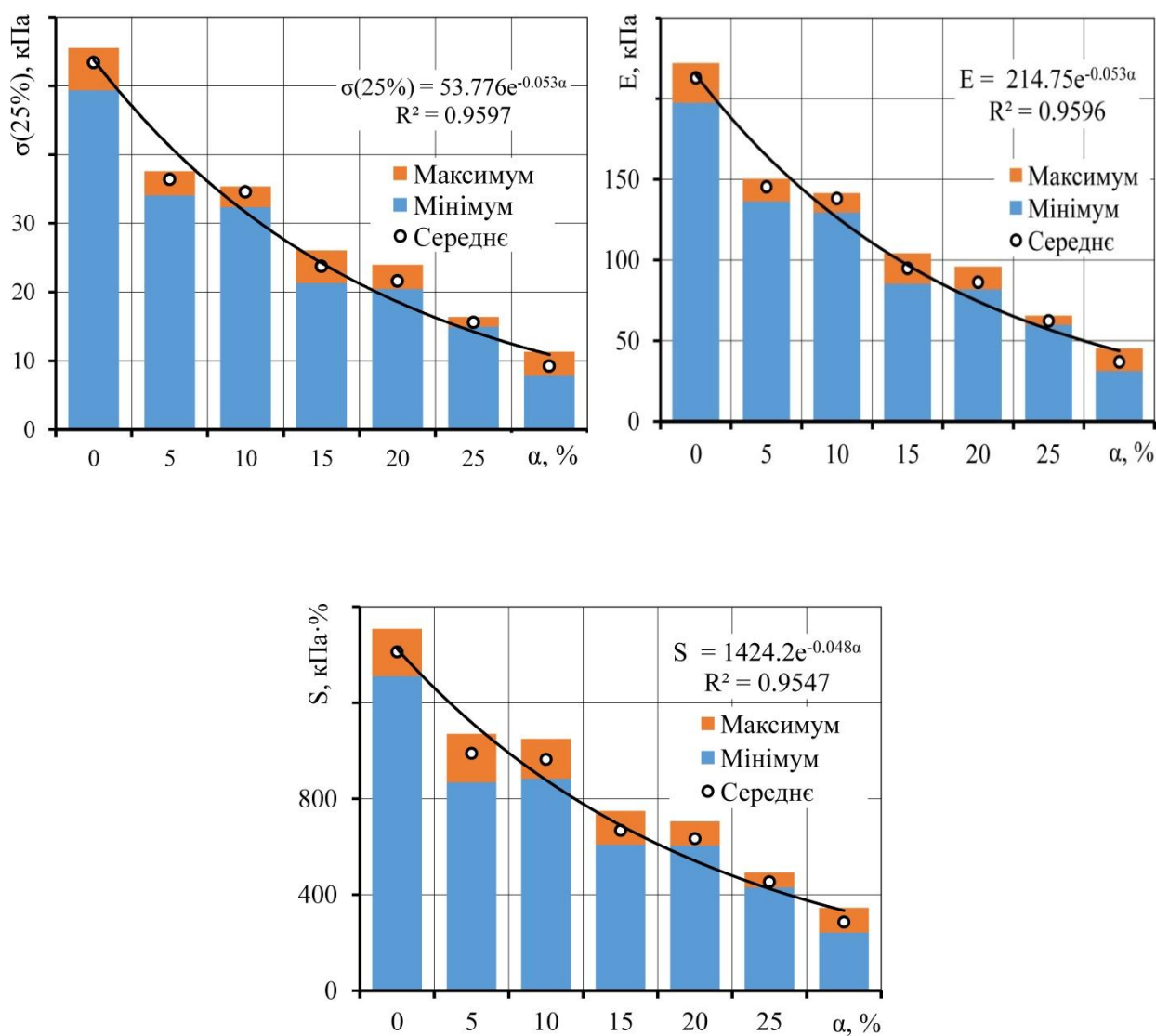


Рисунок 3.8 – Залежність напруженості хлібного виробу при 25 % деформації $\sigma(25\%)$, його модуля пружності E і показника статичного пружного гістерезису S від вмісту амаранту α

Додатково було отримані результати зміни структурно-механічних властивостей хлібних виробів із різним вмістом амаранту через 2 доби зберігання без доступу кисню при нормальних умовах (температура – 25 °С, вологість – 60 %). Порівняльна оцінка приставлена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Зміна структурно-механічних властивостей хлібних виробів в залежності від тривалості зберігання

Значення напруженості при відносній деформації 25 % σ (25 %), кПа							
Вміст амаранту α , %	0	5	10	15	20	25	30
Свіжий хліб	53.4±2.8	36.4±1.6	34.5±1.5	23.7±2.4	21.6±1.6	15.6±0.7	9.2±1.6
Після зберігання (2 доби)	95.8±3.2	65.3±2.8	63.7±2.8	43.0±2.6	35.0±1.8	27.5±1.7	17.4±0.9
Модуль пружності E, кПа							
Свіжий хліб	212.8±11.0	145.4±6.4	138.2±5.9	94.9±9.5	86.3±6.5	62.3±2.7	36.9±6.4
Після зберігання (2 доби)	382.6±12.1	261.4±10.2	254.9±7.8	172.0±10.1	139.9±8.2	110.1±4.3	69.8±4.9
Показник статичного пружного гістерезису S, кПа·%							
Свіжий хліб	1412±81	989±86	965±70	668±70	634±48	454±28	286±48
Після зберігання (2 доби)	2733±101	1807±99	1810±80	1239±82	1067±66	827±35	576±34

Графічна інтерпретація отриманих залежностей згідно табл. 3.5 приведено на рис. 3.9-3.11.

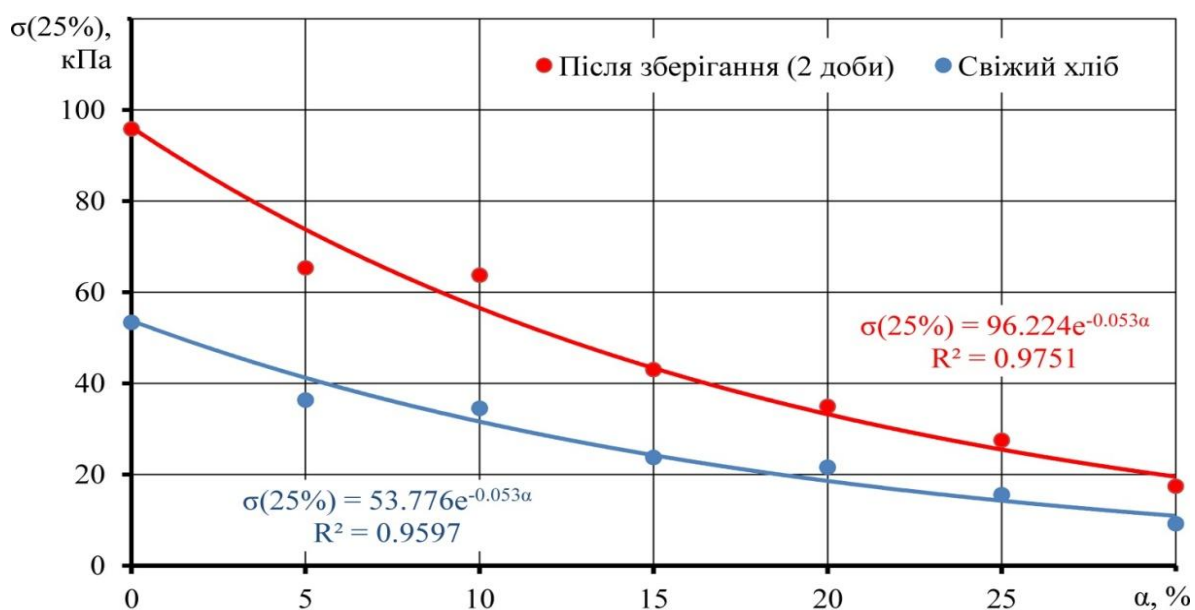


Рисунок 3.9 – Залежність напруженості хлібу при 25 % деформації σ (25 %) від вмісту амаранту α і тривалості зберігання

Як видно з представлених результатів, заміна пшеничного борошно на амарантове, отримане з побічних продуктів переробки зерна на олію, дозволяє суттєво впливати на зміну напруженості при відносній деформації, яка зменшується зі збільшенням відсотку дозування амарантового борошна.

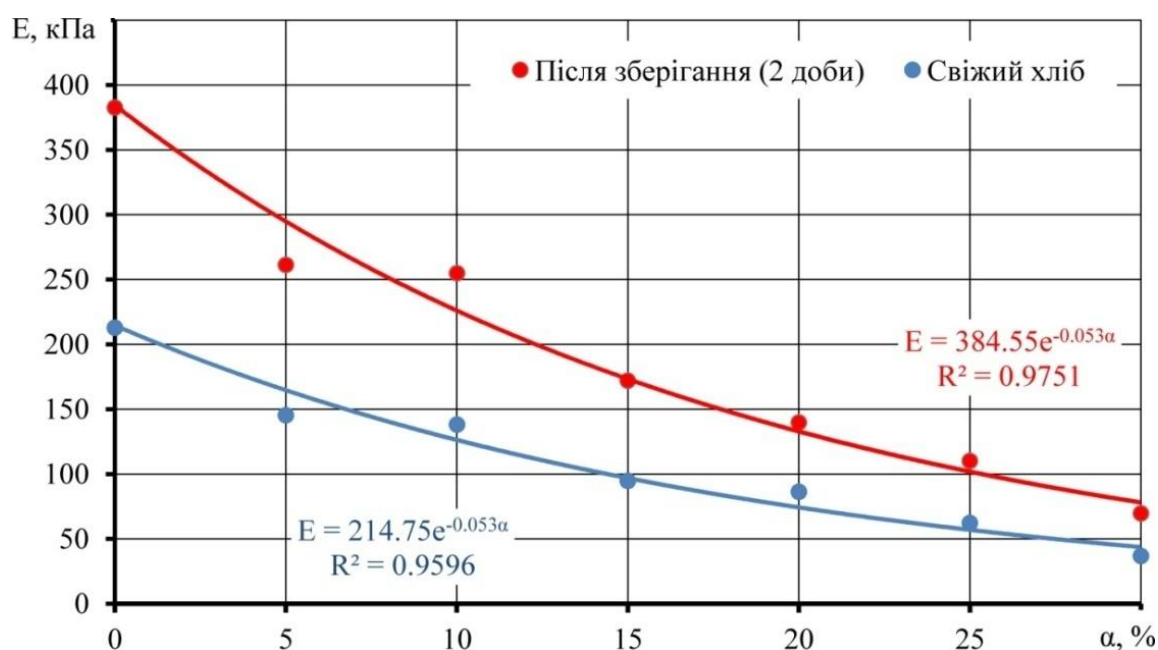
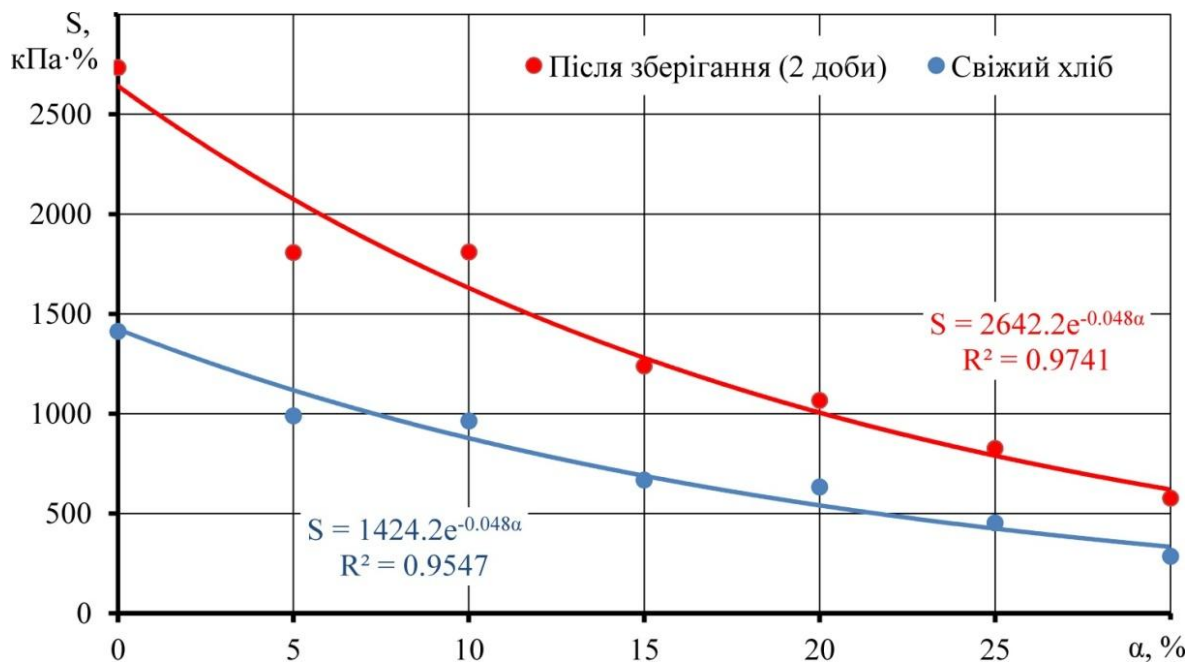


Рисунок 3,10 – Залежність загального модуля напруженості хлібу E від вмісту амаранту α і тривалості зберігання



Таблиця 3.11 – Залежність площі гістерезису напруженості хліба S від вмісту амаранту α і тривалості зберігання

При цьому через дві доби зберігання хліба вплив біологічно цінної сировини залишається суттєвим і в цілому швидкість зміни структурно-механічних властивостей м'якушки, пов'язана із процесами черствіння, уповільнюється.

Аналогічно до напруженості поводить себе і модуль пружності та площа гістерезису напруженості хліба залежно від вмісту амарантового борошна у рецептурі продукту. Слід відзначити, що більших змін зазнає саме площа гістерезису. При цьому введення до рецептури хліба амарантового борошна більш суттєво позначається на структурно-механічних характеристиках свіжого хліба, а в процесі зберігання виробів вплив фактору дозування нетрадиційної борошняної сировини дещо нівелюється. Проте, за всіма визначеними показниками м'якушка пшеничного-амарантового хліба залишається м'якішою, а отже це позитивно позначається на споживчих якостях хлібопекарської продукції, потенційно подовжуючи її термін її реалізації. Тобто амарантове борошно здатне виступати у якості поліпшувача якості хліба, що дозволяє подовжити свіжість виробів без використання додаткових поліпшувачів.

Висновки по розділу 3

1. Було встановлено що показники якості амарантового борошна відрізняються в залежності від його виду. Такъурізних видів амарантового борошна можна спостерігати зміну вологості від 7,8% до 13,3%. Найменший показник має цільнозерновий подрібнений шрот 7,8%, а найвищий у борошна біоактивоване цільнозернове 13,3%. При проведенні кислотності всіх видів борошна діапазон значень становить від 5 до 17,7 градусів. Найменший показник кислотності ми отримали у борошні з ціднозерновому подрібненому шроті 5 градусів, а найвищий показник у біоактивованому цільнозерновому борошні 17,7 градусів. При визначенні автолітичної активності всіх видів амарантового борошна можемо побачити що діапазон значень становить від 17,2 до 36%. Наймегший показник є у цільнозерновому борошні 17,2%, а найбільший у круп'яному борошні 36%. При визначенні показника числа падіння розбіжність була невелика, вона варіювалася від 61 до 69,5 од.пр. Найбільше значення отримали у цільнозернове макухове борошно 69,5 од.пр., а найменший показник був у круп'яному борошні та біоактивованому цільнозерновому по 61од.пр. відповідно. Але якщо казати про показник числа падіння пшеничного борошна та амарантового то вони суттєво відрізняються. Якщо середній показник числа падіння амарантового борошна становив 64,2 од.пр, то такий же показник пшеничного борошна становить 503 од.пр що майже більше в 9 разів.

2. Додавання в рецептуру частки амарантового борошна впливає на тривалість вистоювання тіста, а саме скорочує його на 20 – 250%. Зробивши пробні лабораторні випікання всіх представлених видів борошняної сировини спостерігається тенденція що при збільшення вмісту амарантового борошна зменшується час вистоювання тіста у термостаті. Якщо казати про зразки які ми досліджували то можна сказати що в середньому менше всього часу на вистоювання знадобилося продукції виробленої цільнозернового

подрібненого шроту, а більше всього знадобилося для продукції цільнозернового борошна.

3. При дослідженні стало зрозуміло що амарантове борошно впливає на якість хліба. Провівши органолептичний аналіз виробів з амарантового борошна можна сказати що кращі показники мають вироби з вмістом борошна амаранту 10 - 15 %. При збільшенні рецептурного вмісту амарантового борошна змінюється колір хлібобулочного виробу, контроль який вироблений тільки з пшеничного борошна має білий колір, а зі зростанням амарантового борошна кольором стає більш темнішим. Колір змінювався поступово в залежності від кількості амарантового борошна, від світло-коричневого до темно – коричневого. Якщо казати про смак хлібобулочних виробів то можна зробити висновок що у всіх видах виробленою продукції починаючи із зразка з вмістом амарантового борошна більше 20% продукція починає гірчити та набуває специфічного присмаку. Теж саме спостерігається за ароматом пшенично-амарантового хліба, який при зростанні дозування амарантової борошняної сировини до 20% набуває специфічного аромату, який характеризується як неприємний.

4. В результаті досліджень зміни структурно-механічних властивостей пшенично-амарантового хліба з різним вмістом амарантового продукту під час дводобового зберігання виробів встановлено, що напруженість хлібу при 25 % деформації σ (25 %) і модуль пружності E може збільшитися в 1.8–1.9 рази, а показник статичного пружного гістерезису S – у 1.9–2.0 рази. Тобто амарантове борошно як побічний продукт переробки зерна амаранту є перспективною сировиною для подовження свіжості пшеничного хліба поряд із підвищенням його біологічної цінності.

4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою проведення техніко-економічних розрахунків стосовно обґрунтування ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому.

Метою дипломної роботи є обґрунтування технології виробництва біологічно цінних хлібобулочних виробів з побічних продуктів переробки зерна амаранту. Зараз актуальною темою є здорове харчування, тому від суспільства є запит на продукцію з високим вмістом корисних речовин. Глобальні тенденції дотримання здорового харчування стикаються із задоволенням високих очікувань споживачів щодо споживчих якостей харчових продуктів [29]. На сьогодні у зв'язку зі зміною клімату все більшої уваги привертає пошук нетрадиційних харчових ресурсів, зокрема злакових і псевдозернових культур, стійких до посухи і невибагливих до якості ґрунтів, які здатні прийти на зміну традиційним пшениці, житу, кукурудзі [30].

Однією з перспективнішою сировиною для виробництва хлібобулочних виробів є продукти переробки зерна амаранту, який є одним з найкращих джерел рослинних білків. За вмістом незамінних кислот, таких як лізин та метіонін, білок амаранту перевищує традиційні зернові культури [31]. 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 [32]. Для України амарант – нова культура, але в останні роки її видовий склад урізноманітнюється внаслідок розширення торгових і економічних зв'язків з різними країнами світу. Унікальність амаранту полягає ще й у тому, що на відміну від інших сільськогосподарських культур вона витрачає найменше води на утворення 1 г сухої речовини, що робить її перспективною для вирощування в зоні недостатнього та нестійкого зволоження, до якої належить і Лівобережжя України [33]. У зв'язку з цим

використання амаранту у виробництві хлібобулочних виробів на території України є дуже актуальним.

4.1 Організація досліджень

Організація дослідження в економічній частині дипломної роботи включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язків та тривалості робіт, складання сітьового графіку, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення дослідження за тематикою дипломної роботи.

4.1.1. План проведення дослідження

Для здійснення досліджень науково-дослідної роботи, присвяченої виробництву хлібобулочних виробів з побічних продуктів переробки зерна, використовували сітьовий метод планування, на першому етапі якого склали план проведення дослідження, який представлений у табл. 4.1

Таблиця 4.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт i-j	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , (дні)
1	2	3
1-2	Пошук джерел наукової інформації за тематикою дипломної роботи	15
2-3	Аналіз ринку виробництва хлібобулочної продукції з побічних продуктів переробки зерна амаранту	2

Продовження табл. 4.1

1	2	3
3-4	Підбір методик, необхідних для проведення досліджень	2
4-5	Складання та розробка плану проведення досліджень	1
5-6	Аналіз фізико – хімічних властивостей побічних продуктів зерна амаранту	10
5-7	Проведення пробних лабораторних випікань хліба з використанням побічних продуктів переробки зерна амаранту	15
5-8	Розроблення нових рецептур і технології хлібобулочних виробів з використанням побічних продуктів переробки зерна амаранту	14
7-9	Проведення органолептичної оцінки якості дослідних зразків хлібобулочної продукції	2
8-9		2
9-10	Визначення фізико-хімічних показників якості хлібобулочних виробів з побічних продуктів пробки зерна амаранту	5
10-11	Визначення харчової цінності розроблених хлібобулочних виробів з побічних продуктів переробки зерна амаранту	2
6-12	Математичний розрахунок даних отриманих результатів експериментальних досліджень	1
7-12		1
8-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Аналіз отриманих даних отриманих за допомогою програми MS Excel, побудова графіків і таблиць.	7

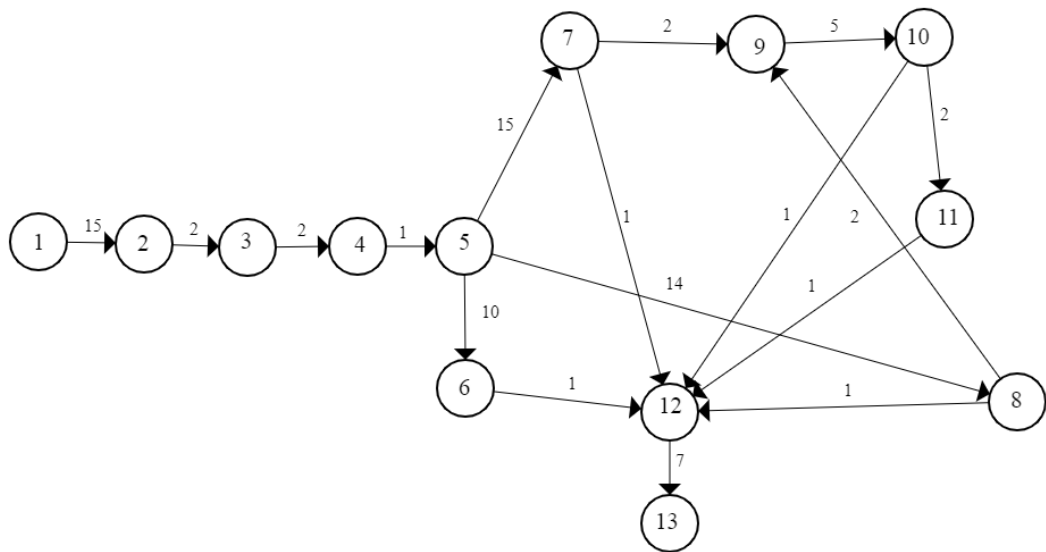


Рисунок 4.1 – Сітьовий графік проведення досліджень

Сітьовий графік є основою для планування, оптимізації і керування процесом виконання всього комплексу робіт [34]. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої. Для цього складаються тривалості робіт (t_{ij}):

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-12-13} = 15+2+2+1+10+1+7 = 38 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-7-12-13} = 15+2+2+1+15+1+7 = 43 \text{ дні};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-8-12-13} = 15+2+2+1+14+1+7 = 42 \text{ дні};$$

$$L^4_{1-2-3-4-5-7-9-10-12-13} = 15+2+2+1+15+2+5+1+7 = 50 \text{ днів};$$

$$L^5_{1-2-3-4-5-7-9-10-11-12-13} = 15+2+2+1+15+2+5+2+1+7 = 52 \text{ дні};$$

$$L^6_{1-2-3-4-5-7-9-10-12-13} = 15+2+2+1+15+2+5+1+7 = 50 \text{ днів};$$

$$L^7_{1-2-3-4-5-8-9-10-11-12-13} = 15+2+2+1+14+2+5+2+1+7 = 51 \text{ день};$$

У нашому випадку критичний шлях дорівнює 52 дні, це п'ятий шляхи.

Після того як знайшли критичний шлях розраховуємо параметри сітьової моделі, а саме ранній та пізній термін здійснення подій.

Пізній термін здійснення події (T_i^p) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої [35]. Ранній термін здійснення події (T_i^r) – це найбільший шлях від початкової події до i -тої. Резерв шляху розраховується за формулою (4.1):

$$R_i = T_i^p - T_i^r; \quad (4.1)$$

де R_i – резерв шляху;

T_i^p – пізній термін здійснення події;

T_i^r – ранній термін здійснення події.

Результати розрахунку наведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	T_i^r , дні	T_i^p , дні	R_i , дні
1	0	0	0
2	15	15	0
3	17	17	0
4	19	19	0
5	20	20	0
6	30	44	14
7	35	35	0
8	34	35	1
9	44	44	0
10	45	45	0
11	52	52	0

Продовження табл. 4.2

12	52	52	0
13	58	58	0

Далі визначаємо резерв часу:

а) Повний резерв часу роботи (R_{ij}^n) – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховується за формулою (4.2):

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (4.2)$$

де t_{ij} – тривалість роботи.

б) Вільний резерв часу роботи (R_{ij}^B) – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відкласти її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Вільний резерв часу роботи розраховується за формулою (4.3):

$$R_{ij}^B = T_j^P - T_i^P - t_{ij} \quad (4.3)$$

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

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє встановити наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви. Коефіцієнт напруженості робіт (K_{ij}^H) визначається по формулі (4.4):

$$K_{ij}^H = \frac{L_{\max,ij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (4.4)$$

де $L_{\max,ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;

$L_{кр}$ – критичний шлях;

$L_{кр} = 52$ дні.

Розрахунки зведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів

Шифр робіт, i-j	Вільний резерв, R_{ij}^s , (дні)	Повний резерв, R_{ij}^n , (дні)	Коефіцієнт напруженості
1	2	3	4
1-2	0	0	0
2-3	0	0	0
3-4	0	0	0
4-5	0	0	0
5-6	0	14	0,45
5-7	0	0	0
5-8	0	1	0,73
7-9	7	7	0,64
8-9	8	7	0,62
9-10	0	0	0
10-11	2	2	0,30
6-12	21	7	0,35
7-12	16	16	0,45
8-12	17	16	0,43
10-12	6	6	0,25
11-12	0	0	0
12-13	0	0	0

Отже зробивши розрахунок сітьового графіка ми визначили що тривалість критичного шляху становить 52 дні. Можна додати що виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати в зазначений термін, тому що відсутній резерв часу. Виходячи з даних які наведені в табл.

4.3 можна побачити, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі.

4.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні матеріали, використані для проведення дослідження, розраховують за формулою (4.5):

$$M = \sum T_i \cdot C_i, \quad (4.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу; C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сумма, грн
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	15	14,90	223,50
Цільнозерновий подрібнений шрот, кг	0,5	100	50,00
Біоактивоване цільнозернове борошно, кг	0,5	135	67,50
Круп`яне борошно, кг	0,5	60	30,00
Цільнозернове макухове борошно, кг	0,5	76	38,00

Продовження табл. 4.4

Цільнозернове борошно, кг	0,5	104	52,00
Дріжджі пресовані, кг	0,2	10,60	2,12
Сіль кухонна, кг	0,15	7,90	1,18
Всього			464,30

Заробітна плата людей, що прийняли участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньогодинний заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Дипломний керівник	8500	50,00	70	3500
Всього				3500

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного соціального внеску.

Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = 3500 \cdot 22 \div 100 = 770 \text{ грн}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (4.6):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (4.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, годин;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./кВт·год.)

Витрати енергії на конвекційну піч:

$$E = 3 \cdot 0,9 \cdot 40 \cdot 1,68 = 181,44 \text{ грн}$$

Витрати енергії на лабораторні ваги:

$$E = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 70 \cdot 1,68 = 84,67 \text{ грн}$$

Затрати енергії на роботу термостата:

$$E = 0,14 \cdot 0,9 \cdot 40 \cdot 1,68 = 8,46 \text{ грн}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E = 181,44 + 84,67 + 8,46 = 274,57 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховується за формулою (4.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (4.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.;

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, (міс, дн.);

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів.	Витрати на амортизацію, грн.
Піч конвекційна Упох	27000	20	5	73,97
Тістомісильна машина	6340	20	5	17,36
Термостат	12000	12.5	5	20,54
Разом				111,87

Накладні витрати – це витрати, на опалення, освітлення, вентиляцію, утриманням бібліотеки, ремонтом приміщень, страхуванням навчально-допоміжного і адміністративно-управлінського персоналу та інші господарські витрати. Накладні витрати становлять 80 % від нарахованої заробітної плати виконавців дослідження, що будуть становити:

$$3500 \cdot 80 \div 100 = 2800 \text{ грн}$$

Розрахунок всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зведено в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	464,30
Заробітна плата	3500
Нарахування на заробітну плату	770
Електроенергія	274,57
Амортизація	111,87
Накладні витрати	2800
Всього	7920,74

Зробивши аналіз кошторису витрат на проведення дослідження можна зробити висновок що більше всього йде витрат на заробітну плату (3500 грн.) та на накладні витрати (2800 грн.).

Найменші витрати були пов'язані з амортизацією обладнання (111,87 грн). На електроенергію було затрачено (274,57 грн.) Загальний кошторис витрат на проведення дослідження у рамках виконання магістерської роботи становить 7920,74 грн.

4.3 Розрахунок ціни дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження, а також рентабельності яку визначали за формулою(4.8)

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (4.8)$$

де Ц – ціна дослідження, грн.; С – витрати на дослідження, грн.; Р – нормативна рентабельність (Р = 30%).

Таким чином:

$$Ц = 7920,74 + \frac{30 \cdot 7920,74}{100} = 10296,96 \text{ грн.}$$

Висновки до розділу 4

Під час дослідження організаційно-економічної частини був побудований сітьовий графік по якому визначили тривалість критичного шляху, який становить 52 дні. Також провели розрахунок витрат на дослідження обраної теми магістерської роботи. Загальні витрати становили 10296,96 грн.

:

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.2 Дослідження стану охорони праці в науково-дослідній лабораторії

Головою метою охорони праці в науково-дослідній лабораторії є забезпечення безпечної умови праці, а саме збереження здоров'я та працездатності людини в процесі роботи .

Лабораторія оснащена всіма необхідними речами для комфортної праці., а саме холодильником, вагами, приладами для визначення якості борошна та хлібобулочних виробів. В наявності є велика кількість хімічної посуду та реактивів.

В залежності від виду робіт студенти та працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту. За життя та здоров'я в лабораторії студентів та працівників несе відповідальність завідувач лабораторією. [36]. Завідувач лабораторії проводить інструктаж для працівників та студентів, а саме проводяться такі інструктажі як первинний, вторинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником індивідуально або з групою осіб однієї спеціальності.

Позаплановий інструктаж проводиться зі студентами на робочому місці при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, які можуть впливати на стан охорони праці.

Цільовий інструктаж проводиться при виконанні разових робіт, які не пов'язані безпосередньо з основними дослідженнями студентів. При виконанні дослідних робіт, затверджуються письмовим дозволом.

Завідувач організовує роботу по проведенню лабораторних досліджень, здійснює нагляд за станом безпеки виробничої санітарії та гігієни праці. У лабораторних приміщеннях не можна працювати без халатів, шуміти,

голосно розмовляти, зберігати особистий одяг, залишати без нагляду працюючі установки, нестационарні нагрівачі, відкрите полум'я [37].

5.2 Аналіз виробничого травматизму в науково-дослідній лабораторії

Для кількісної характеристики виробничого травматизму в науково-дослідній лабораторії основному використовують такі показники

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000; \quad (5.1)$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{T}; \quad (5.2)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{P} \cdot 1000; \quad (5.3)$$

де T – кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

P – середня (за списком) кількість працівників, чол.;

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

Треба зазначити що у період 2018-2020 років у лабораторії кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції випадків травматизму не відбувалися. Данні проведеного аналізу наведені у табл. 5.1

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму в лабораторії за 2018 – 2020 роках

Показники	Роки		
	2018	2019	2020
Кількість працюючих, чол.	14	13	12
Кількість травм, од.	0	0	0
Кількість днів непрацездатності від травматизму	0	0	0
Коефіцієнт частоти травматизму	0	0	0
Коефіцієнт важкості травматизму	0	0	0
Коефіцієнт втрат робочого часу	0	0	0

Провівши аналіз виробничого травматизму можна з певністю сказати що рівень охорони праці у науково-дослідній лабораторії ДДАЕУ заходиться на дуже високому рівні.

В лабораторії забороняється під час небезпечних робіт працювати одній людині, у таких випадках треба щоб поруч був напарник який зможе надати невідкладну медичну допомогу в разі нещасного випадку.

5.3 Вимоги з охорони праці та безпеки при проведенні досліджень в науково-дослідній лабораторії

5.3.1 Загальні положення

В лабораторії забороняється працювати у верхньому одязі та без халатів. Для того щоб користуватися лабораторним обладнанням необхідно інструктаж з охорони праці. На робочому місці не повинно містити зайвих для роботи речей. Робота на несправному обладнанні суворо заборонена.

5.3.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

У лабораторію допускаються особи, які одягнули білі халати, якщо необхідно то і інші додаткові засоби індивідуального захисту. Завідуючий лабораторією здійснює інструктаж для працівників та студентів перед початком роботи.

В перше чергу перед початком роботи потрібно переконатися у справності обладнання на якому ви будете працювати. Перевірити наявність і справність захисного заземлення, При відсутності у потерпілого дихання та пульсу потрібно зробити йому штучне дихання та провести непрямий масаж серця, викликати швидко медичну допомогу чи організувати його транспортування у найближчий медичний заклад. Після цього повідомити про те, що трапилося керівнику.[39]. Духової шафи повинні бути підключені до електричної мережі через автоматичний вимикач. Про всі помічені порушення вимоги охорони праці на робочому місці, а також про несправності устаткування, приладів, інструментів та засобів індивідуального захисту необхідно негайно повідомити безпосереднього керівника і не приступати до роботи до їх усунення. Також перед початком та після проведених робіт рекомендується зробити провітрювання приміщення та вологе прибирання.

5.3.3 Вимоги безпеки під час виконання роботи

Під час визначення показників якості зразка матеріалу працюючому забороняється:

- залишати своє робоче місце під час виконання роботи;
- відволікати поруч працюючих людей;
- класти зайві речі на робоче місце та обладнання;
- вмикати і вимикати обладнання без дозволу завідуючого лабораторією та залишати без нагляду ввімкнене обладнання;

- пробувати самостійно відремонтувати обладнання.

Забороняється брати руками досліджувану сировину з обладнання, яке працює і має рухомі частини.

Забороняється брати реактиви не захищеними руками. Для цього використовуються фарфорові ложки, шпателі або совочки. Не можна зливати у раковини залишки кислот, лугів, сірчанних сполук, а також розчини, утворені в результаті досліду. Якщо випадково пролили реактив забороняється його зливати назад у тару. Для нейтралізації пролитих на стіл чи підлогу кислот або лугів у лабораторії повинні стояти склянки із заздалегідь підготовленими нейтралізуючими розчинами (соди та оцтової кислоти).

Під час перебуванні у лабораторії потрібно дотримання правил електробезпеки:

- електроприлади, що перебувають в експлуатації періодично потрібно перевіряти завідувачу лабораторією, також перевіряється захисне заземлення, електропроводка і загальній стан електромережі. Якщо будуть виявленні порушення в стані електромережі, то подача струму до робочих місць забороняється;
- Після закінчення експериментів потрібно припинити подачу струму.
-

При виникненні аварійної обстановки – відключити обладнання, оповістити про небезпеку оточуючих людей, доповісти безпосередньому керівнику про те, що трапилося і діяти відповідно до його вказівок.

При виявленні ознак горіння негайно вимкнути обладнання, знайти джерело займання і вжити заходів для його ліквідації, повідомити завідувачого лабораторією. У разі виникнення пожежі негайно повідомити пожежну частину, та провести евакуації заходів людей і приступити до гасіння первинними засобами пожежогасіння.

Потерпілим при травмуванні, отруєнні, раптовому гострому захворюванні надати першу допомогу при необхідності, викликати швидку медичну допомогу по телефону – 103.

З метою попередження опіків, отруєнь, травмувань колюче-різючими інструментами працюючі повинні дотримуватися таких правил:

- всі речовини та посуд, що використовуються, повинні мати надпис щоб знати яка речовина використовується;
- при опіку паром, вогнем або гарячим предметом накласти вату, змочену етиловим спиртом, повторюючи примочки;
- при травмуванні склом необхідно очистити рану дезінфікуючим розчином (3-5% розчин йоду), накласти пов'язку;
- 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. [38]

5.3.4 Вимоги безпеки після закінчення роботи

–

Перед закінченням роботи в лабораторії потрібно переконатися, що в приладах з якими працювали не залишилися якісь залишки продукту. Після чого провести вологе прибирання у приміщенні.

Обладнання в лабораторії зупиняється лише по розпорядженню завідувача або в аварійних випадках. Про всі несправності в роботі приладу працюючий повідомляє завідувача.

Після роботи з реактивами необхідно зробити так процедури:

- вимити лабораторний посуд миючими засобами, ополоснути дистильованою водою та просушити;

- перевірити чи закриті водяні крани;
- добре вимити руки з милом.

5.4 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в науково-дослідній лабораторії.

Для поліпшення умов праці в лабораторії передбачається зробити кращу систему вентиляційних заходів.

Розрахунок загально обмінної вентиляції приміщення лабораторії

Вентиляція призначена підтримувати повітряне середовище у виробничих приміщеннях. Підтримування у приміщенні нормальних санітарно-гігієнічних умов відбувається за рахунок видалення з приміщення забрудненого повітря і заміни його чистим зовнішньої атмосфери.

При загально обмінній вентиляції відношення об'єму засмоктуваного або видаленого вентилятором повітря протягом однієї години до об'єму приміщення називається кратністю повітрообміну. Знаючи встановлену для даного виробництва кратність повітрообміну, можна розрахувати необхідну продуктивність вентилятора за формулою:

$$L = k \cdot V, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (5.4)$$

де k – кратність повітрообміну (табл. 5.2);

V – об'єм приміщення, м^3 .

Таблиця 5.2 – Значення кратності повітрообміну для приміщення

Призначення приміщення	Кратність повітрообміну
Науково-дослідна лабораторія	2

$$L = 2 \cdot 183,14 = 366,28 \text{ м}^3 / \text{год}$$

За визначеною продуктивністю підібрали вентилятор TD-500/150Г. з наступними технічними характеристиками: діаметр – 150 мм; частота обертання – 1950/2500 об/хв.; споживана потужність – 44/50 Вт; продуктивність – 430/580 м³/год.

5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Всі працівники зобов'язані знати та неухильно виконувати правила пожежної безпеки, з якими їх знайомлять у процесі проведення протипожежних інструктажів.

Для гасіння пожеж застосовують воду, водяні емульсії, галогенові вуглеводні, хімічну та повітряно-механічну піну, водяну пару, діоксид вуглецю, інертні гази, порошки.

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. [38]

Пожежа в корпусі, де знаходиться лабораторія, може виникнути внаслідок незадовільного стану електротехнічних пристроїв, зокрема електричної пекарної шафи, та порушення правил їх монтажу та експлуатації, також через несправність опалювальних приладів і порушення правил їх експлуатації та невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки [40].

План евакуації при виникненні пожежі у науково-дослідній лабораторії наведений на рис. 5.1.

До прибуття пожежно-рятувальної служби також необхідно викликати фахівців для відключення силової і світлової електричної мережі, приточно-втяжної вентиляції, припинити живлення обладнання пожежонебезпечними речовинами та задіяти наявні засоби пожежогашіння.

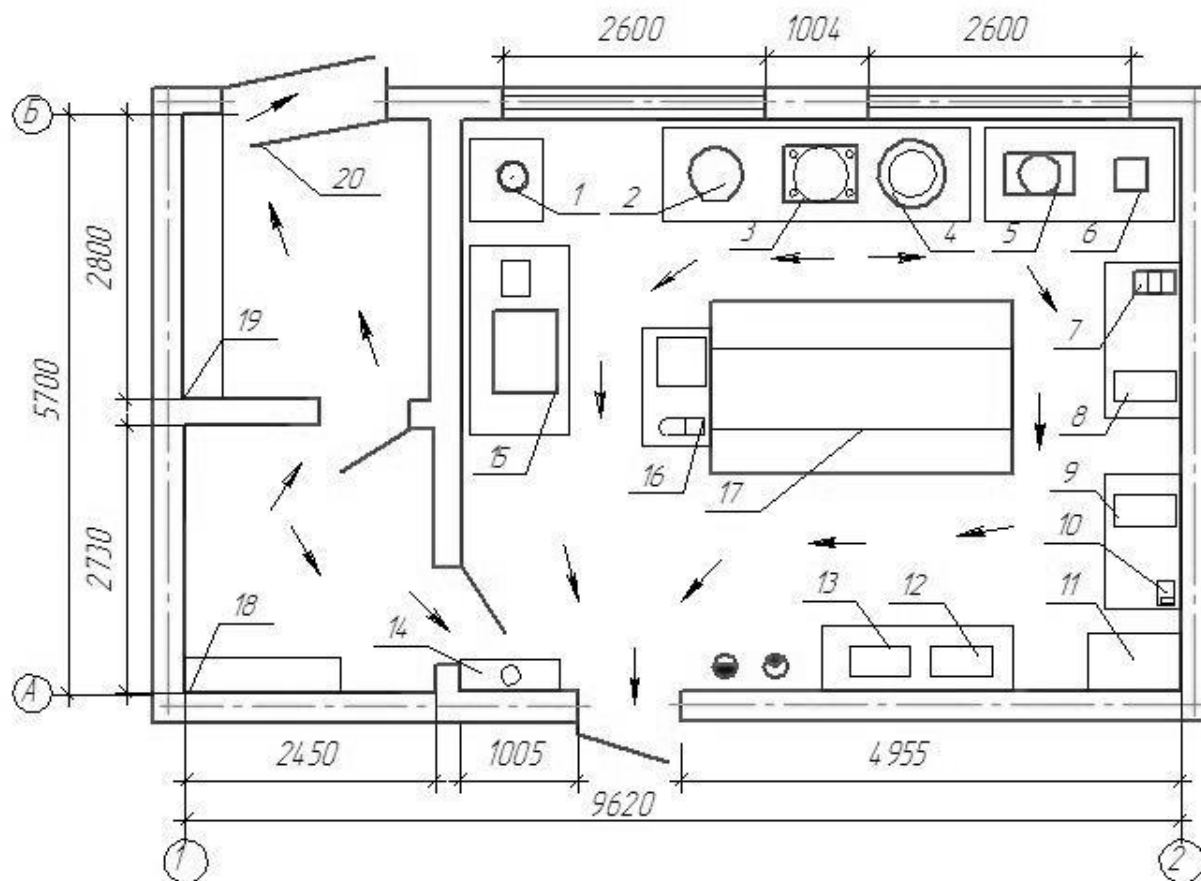


Рисунок 5.1 – План евакуації при пожежі у науково-дослідній лабораторії:

1,2 – прилади для визначення ваги; 3 – прилад для визначення вологості; 4 – набір сит для визначення зараженості; 5 – прилад для визначення натури; 6 – прилад для визначення числа падіння; 7 – прилад для визначення скловидності; 8 – тістомішалка; 9 – млинок; 10 – прилад для визначення якості клейковини; 11 – лабораторна шафа; 12 – лабораторний посуд; 13 – підведена вода; 14 – місце для виділення наважок; 15 – піч; 16 – аквадистилятор; 17 – місце для визначення домішок; 18 – препараторська; 19 – підсобне приміщення; 20 – аварійний вихід

У лабораторії встановлено два вогнегасники: вуглекислотний і порошковий. Вуглекислотний вогнегасник ВВК-2 призначений для гасіння рідких і газоподібних речовин. Заправлений вуглекислотою, яка не залишає забруднюючих речовин на об'єкті гасіння. Порошкові вогнегасники призначені для гасіння загорянь рідин, що легко спалахують, матеріалів, які тліють, лужних і лужноземельних металів, електроустановок напругою до 380 В, транспортних засобів. Застосовуючи такі вогнегасники, слід виконувати застережні заходи, уникати потрапляння порошку в органи дихання, під час зарядження використовувати протипиловий респіратор. Зберігати вогнегасники необхідно в місці захищеному від прямих сонячних променів і далеко від нагрівальних приладів.

Висновки по розділу 5

У розділі охорона праці було проаналізовано стан охорони праці в науково-дослідній лабораторії. Можемо зробити висновок що охорона праці в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції знаходиться на достатньо високому рівні. Також охарактеризовано вимоги безпеки під час виникнення пожежі та наведено план евакуації з лабораторії під час пожежі. Провели аналіз вимог без в лабораторії під час роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Актуальною проблемою є збагачення хлібобулочних виробів біологічно цінною рослинною сировиною. Завдяки наявності у зерні амаранту сквалену, високого вмісту лізину та збалансованості амінокислотного складу, харчових волокон, схожих за своїм складом до харчових волокон овочей і фруктів, значної кількості есенціальних макро- і мікроелементів перспективним є використання продуктів його переробки у технології хлібобулочних виробів. Особливо це стосується застосування побічних продуктів переробки зерна амаранту на амарантову олію, комплексна оцінка якості яких у контексті функціонально-технологічних властивостей на сьогодні є надзвичайно обмеженою.

2. Технологічні показники якості амарантового борошна, отриманого за різними технологіями, суттєво відрізняються в залежності від його виду. Вологість досліджених борошняних амарантових продуктів варіювала в межах 7,8 – 13,3%. Найменший показник має цільозерновий подрібнений шрот, а найвищий – біоактивоване цільозернове. При проведенні кислотності всіх видів борошна діапазон значень становила від 5 до 18 градусів. Кислотність борошняних продуктів переробки зерна амаранту виступає обмежувальним фактором щодо їх введення до складу харчових продуктів. Найнижчою кислотністю характеризувався цільозерновий подрібнений шрот, а найвищою – біоактивоване цільозернове борошно, що корелює з вмістом вологи у зазначених зразках. При визначенні автолітичної активності всіх видів амарантового борошна можемо побачити що діапазон значень становить від 17,2 до 36%. Найменший показник є у цільозерновому борошні 17,2%, а найбільший у круп'яному борошні 36%. Найменше серед усіх досліджених технологічних показників варіював показник числа падіння, що знаходився в межах 61 – 70 од.пр. При цьому порівнюючи з пшеничним борошном амарантове має знижений показник числа падіння. Якщо середній показник числа падіння амарантового борошна

становив 64,2 од. пр, то такий же показник пшеничного борошна становить 503 од. пр що більше майже в 9 разів. Очевидно, це пов'язано з іншими властивостями і структурним складом амарантового крохмалю.

2. Додавання в рецептуру частки амарантового борошна впливає на тривалість вистоювання тіста, а саме скорочує його на 20 – 250%. Зробивши пробні лабораторні випікання всіх представлених видів борошняної сировини спостерігається тенденція, що при збільшенні вмісту амарантового борошна зменшується тривалість вистоювання тістових заготовок перед випіканням. Щодо досліджених видів борошна, то в середньому менше всього часу на вистоювання знадобилося для заготовок з цільозерновим подрібненим шротом, а більше всього – для заготовок з цільозерновим борошном, у якому залишається вся кількість ліпідів, присутніх у зерні амаранту.

3. Амарантове борошно суттєво впливає на якість хліба і може виступати її поліпшувачем. Провівши органолептичний аналіз виробів з амарантового борошна можна сказати що кращі показники мають вироби з вмістом борошна амаранту 10 – 15%. При збільшенні рецептурного вмісту амарантового борошна у складі пшеничного хліба колір скоринки і м'якушки виробів стає темнішим. Колір змінювався поступово в залежності від кількості амарантового борошна, від світло-коричневого до темно-коричневого кольору. Враховуючи смак і аромат пшенично-амарантового хліба, використання побічних продуктів переробки зерна амаранту доцільне при заміні пшеничного борошно у кількості не більше 20%.

4. В результаті досліджень зміни структурно-механічних властивостей пшенично-амарантового хліба з різним вмістом амарантового продукту під час дводобового зберігання виробів встановлено, що напруженість хлібу при 25 % деформації σ (25 %) і модуль пружності E може збільшитися в 1.8–1.9 рази, а показник статичного пружного гістерезису $S - y$ в 1.9–2.0 рази. Амарантове борошно як побічний продукт переробки зерна амаранту на олію

є перспективною сировиною для подовження свіжості пшеничного хліба поряд із підвищенням його біологічної цінності.

5. Під час дослідження організаційно-економічної частини був побудований сітьовий графік по якому визначили тривалість критичного шляху, який становить 52 дні. Також провели розрахунок витрат на дослідження обраної теми магістерської роботи. Загальні витрати становили 10296,96 грн.

6. У розділі охорона праці було проаналізовано стан охорони праці в науково-дослідній лабораторії. Можемо зробити висновок що охорона праці в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції знаходиться на достатньо високому рівні. Також охарактеризовано вимоги безпеки під час виникнення пожежі та наведено план евакуації з лабораторії під час пожежі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гончарук, А. Новий підхід до управління ефективністю у промисловості України / Гончарук А. // Економіка України. – 2006. – № 11. – С. 36-46.
2. Українець, А. И. Технология пищевых продуктов [Текст] / А. И.Украинец и др.; ред. А. И. Украинец ; ДНУЭТ, НУПТ. - К. : Аскания, 2008. -735 с.
3. Махинько, В. М. Розрахунок біологічної цінності харчових продуктів та раціонів за методикою PDCAAS / В. М. Махинько, І. О. Соколовська, Л. М. Черниш // Зернові продукти і комбікорми. – 2017. – Том 17. № 1. – С. 22-26.
4. Давидович О. Я., Лозова Т. М. Нетрадиційні види борошна у кондитерському виробництві. Товарозавство та інновації. 2011. № 3. С. 229–234.
5. Використання вторинних продуктів виноробного та пивоварного виробництв у технології здобного печива / К. Р. Касабова та ін. Обладнання та технології харчових виробництв. 2017. Т. 35. С. 5–11.
6. Фахретдинова Д. Р., Нигматьянов А. А., Миронова И. В. Использование амарантовой муки и молочной сыворотки для обогащения мучных кондитерских изделий. Биологические науки. 2017. № 6. С. 260–262.
7. Шидакова-Каменюка О. Г., Лисюк Г. М. Визначення раціонального дозування насіння льону до пісочного печива. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. ХДУХТ. 2009. Вип. 1. С. 347–353.
8. Ружилю Н. С. Использование семян амаранта в хлебобулочных изделиях. Пищевая промышленность. 2015. № 12. С. 56–58.

9. Амарантовая мука: характеристика, сравнительный анализ, возможности применения / И. М. Жаркова и др. Вопросы питания. 2014. Т. 83, № 1. С. 67–73.
10. Characterisation of pseudocereal and cereal proteins by protein and amino acid analyses / S. Gorinstein et al. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2002. Vol. 82, № 8. P. 886–891. DOI: 10.1002/jsfa.1120.
11. Mazzoncin M., Belloni P., Risaliti R., Antich D. Improving sustainability in organic and low input food production systems. Organic vs conventional winter wheat quality and organoleptic bread test. Germany, 2007. P 20–23.
12. Aipova R., Abdykadyrova A.B., Kurmanbayev A.A., Biological products in organic agriculture. Plant biotechnology and breeding. Kazakhstan, 2020. Vol. 2, № 4, P 36–41. DOI: 10.30901/2658-6266-2019-4-04.
13. Chromatographic and mass spectrometry analysis of wheat flour prolamins, the causative compounds of celiac disease / M. R. Perez-Gregorio et al. Food & function. 2017. Vol. 8, № 8. P. 2712–2721. DOI: <https://doi.org/10.1039/C7FO00266A>.
14. Янюк Т.І., О.В. Гулак, Г. Є. Поліщук, Г. П. Калініна Амарантове борошно - перспективна харчова добавка у виробництві морозива // Продукти & інгредієнти, 2007. - № 6. - С. 21-22.
15. Скуріхін І.М. Хімічний склад харчових продуктів: Книга 1: Довідні таблиці вмісту харчових речовин і енергетичної цінності харчових 96 продуктів. / І. М. Скуріхін, М.Н. Волгарьова, переробив і доп./ – М.: ВО «Агропромідат», 1987.-224с.
16. Матіяшук О.В., Фурманова Ю.П., П'яних С.К. Використання амарантового борошна в технології виробництва бісквітних напівфабрикатів. «Технические науки – Технология провольственных товаров». Київ, червень 2017.
17. Смирнов С.О. Разработка технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получение из них нативных продуктов. – М . – 2006 25с

18. Мартиросян В.В. Применение нетрадиционного сырья в технологии хлеба // Известия вузов. Пищевая технология – 2008 – № 2 – 3. – с. 38 – 39
19. Гусева В.А. (Сергеева В.А.), Кононков П.Ф., Гинс М.С. Амарант перспективная культура с повышенным содержанием белка // Инновационные технологии в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур . Материалы конференции Е.1. ВНИИСОК. Москва, 2006 с. 97 – 100.
20. Янюк Т.І., О.В. Гулак, Г. Є. Поліщук, Г. П. Калініна Амарантове борошно - перспективна харчова добавка у виробництві морозива // Продукти & інгредієнти, 2007. - № 6. - С. 21-22.
21. Capitani, M. I. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*salvia hispanical.*) seeds of Argentina / M. I. Capitani, V. Spotorno, S. M.Nolasco, M. C. Tomás // LWT – Food Science and Technology. – 2012. – Vol. 45. – № 1. – P. 94–102. – doi:10.1016/j.lwt.2011.07.012.
22. Музалевская, Е. Н. Сквален: физиологические и фармакологические свойства / Е. Н. Музалевская, Л. А.Мирошниченко, В. А. Николаевский, И.Б. Ушаков, Ю. Н. Чернов, В. В. Алабовский, Г. А. Батищева, А.В. Бузлама // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2015. – Т. 78. – № 6. – С. 30–36.
23. Осейко М.І. Технологія рослинних олій. – К.: ВВ «Варта», 2006. – 280 с.
24. Осейко М.І. Система КТЮЛ: інноваційні технології харчування в оздоровленні особистості / М.І. Осейко / Тези доповідей Міжнародної науковопрактичної конференції «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі», 20 травня 2009 р., Харків: у 2 ч. – Ч. 1. – Харків: ХДУХТ, 2009.– С. 146–147.
25. 4. 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.

26. Камышева И.М. Разработка технологий комплексной переработке семян амаранта на пищевые цели [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеню канд. техн. наук : спец. 05.18.06 «Технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів» / И.М. Камышева. – СПб, 2000. – 37 с.

27. 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.

28. . 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.

29. 1. David C., Abecassis J., Carcea M., Celette F., Friedel J. K., Hellou G., Hiltbrunner J., Messmer M., Narducci V., Peigne J., Samson M. F., Schweinzer A., Thomsen I. K., Thommen A. Sustainable agriculture reviews. Organic bread wheat production and market in Europe. Switzerland, 2012. Vol 11. P 43–62. DOI: 10.1007/978-94-007-5449-2_3.

30. Gallagher E., Keehan D., Butler F. Development of organic breads and confectionery. Organic flour characteristics. Ireland, 2005. P. 32.

31. Використання білкових гідролізатів у технологіях функціональних хлібобулочних виро-бів / Г. В. Дейниченко та ін. Вісник Донецького національного університету економіки і торгів-лі імені Михайла Туган-Барановського. 2009. No 1 (41). С. 217–223.

32. Topwal M. Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. Acta scientific agriculture. 2019. Vol. 3. Iss. 1. P. 9–15.

33. Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування: монографія / Т. І. Гопцій та ін. Харків: ХНАУ, 2018. 362 с.

34. Тімінський О. Г. Алгоритм побудови календарно-сітьової моделі проекту з елементами проактивності. Управління проектами та розвиток виробництва. 2008. № 4. С. 31–35

35. Загороднюк О. В. Удосконалення прийняття управлінських рішень за допомогою методу сітьового планування. Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер.: Економічні науки. 2014. Вип. 7. №3. С. 9–11.

36. Паспорт науково-виробничої лабораторії з визначення якості зерна та зернопродуктів. Дніпропетровськ. 16 с.

37. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: Підручник. 5-те вид., доповн. К. : Знання, 2014. 373 с.

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

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

40. Якименко О.П., Губанов Р.О., Богуш Н.М. Основні положення керівних документів, які регламентують діяльність дослідно-випробувальних лабораторій. Науковий вісник УкрНДПБ. 2012. № 2. С.100–103.