

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСІЛКИ  
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»  
Навчально-науковий інститут харчових технологій, готельно-  
ресторанного та туристичного бізнесу**

**Форма навчання** заочна

*денна, заочна*

**Кафедра технологій харчових виробництв і ресторанного господарства**

**Допускається до захисту**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Г.П.  
Хомич

(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему : Розроблення технології виробів з крекерного тіста з  
підвищеним вмістом біологічно активних речовин

*зі спеціальності* 181 Харчові технології

освітня програма «Технології в ресторанному господарстві»  
(шифр та назва)

ступеня магістра

**Виконавець роботи** Охремчук Сергій Петрович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

**Науковий керівник** к.т.н.доцент Наконечна Юлія Гргорвна  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

**Рецензент** к.т.н.доцент Столярчук Валентина Миколаївна  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

**ПОЛТАВА 2020**

# **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З КРЕКЕРНОГО ТІСТА**

Борошняні кондитерські вироби представлені великою групою різноманітною за асортиментом. Вони займають значну питому вагу в загальному обсязі продукції, що виробляється кондитерськими підприємствами. серед великого асортименту борошняних кондитерських виробів більшість людей віддають перевагу солодким борошняним виробам малої ваги. Оскільки борошняні кондитерські вироби – найпоширеніші в асортименті продуктів постійного попиту (питома вага їх у загальному обсязі виробництва становить близько 42%), наші дослідження були спрямовані на цей сегмент харчування, зокрема вироби з крекерного тіста.

## **Аналіз технологій та способів поліпшення харчової та біологічної цінності борошняних кондитерських виробів. з використанням нетрадиційної сировини**

Використання нетрадиційної сировини рослинного походження

Підприємства кондитерської промисловості України та інших країн використовують у виробництві різноманітні види нетрадиційної сировини рослинного походження.

Для кондитерських виробів особливо важливо поповнити дефіцит білка, який виконує в організмі людини пластичну, каталітичну, гормональну та інші функції. Білки їжі краще засвоюються за умови збалансованого амінокислотного складу.

При дефіциті незамінних амінокислот у харчовому раціоні в людини виникає потреба у солодкому і тому збільшується споживання кондитерських виробів. Водночас більшість з них містить багато вуглеводів, жирів і у недостатній кількості білки, вітаміни, мінеральні речовини. Це стосується й борошняних

кондитерських виробів, хоча за своїм хімічним складом вони більш збалансовані за інші групи кондитерських виробів [1].

Перспективним білковим збагачувачем печива, пряників, крекерів, вафель можуть бути деякі малопоширені види борошна, які містять значну кількість повноцінних білків, мінеральних елементів та інших біологічно активних речовин. До них можна віднести гречане борошно, яке збагачує вироби також харчовими волокнами і вітамінами (тіаміном, рибофлавіном, ніацином) [2].

Борошно з насіння амаранту (5...10 %) використовують для приготування борошняних кондитерських виробів лікувально-профілактичного призначення [3]. Збільшення кількості борошна амаранту особливо грубого помелу надає виробам горіхового присмаку та “вафельного хрусту” [4]. Воно також збалансовує співвідношення незамінних амінокислот, завдяки чому підвищує їх біологічну цінність та поліпшує смакові властивості [5,6].

Для багатьох борошняних кондитерських виробів використовують соєве борошно, півкілограма якого за вмістом білка прирівнюють до 1 кг м'якого сиру, 2,5 кг хліба, 40 курячих яєць або 32 склянок молока [8]. Оптимальна концентрація соєвого борошна для печива складає 20 %. Така кількість борошна дає можливість отримувати вироби, збагачені харчовими волокнами та білками і рекомендувати їх хворим на органи травлення та діабет [9].

Насіння люпину містить до 40 % білка з вагомою часткою сірковмісних амінокислот. За даними зарубіжних вчених, білок люпину відрізняється від білка пшениці, сої, інших зернобобових більш високими скорями лізину, треоніну і лейцину. Французька фірма La Noelle Services SA запропонувала технологію виробництва борошна з насіння люпину, яке можна використовувати для виготовлення харчових продуктів. Вчені Угорщини збагачували різні види борошняних кондитерських виробів функціональною добавкою “L 3001” на основі люпинового борошна, що містить білки, ненасичені жирні кислоти, а також харчові волокна, мінеральні речовини. НВО “Масложирпром” (Росія) розроблено рецептури та технологію виробництва пісочного напівфабрикату для дієтичного харчування з

використанням борошна люпину, а також безглютинного пісочного напівфабрикату з додаванням пшеничного крохмалю та структуроутворюючого люпинового борошна у співвідношеннях 8:2, 6:4, 4:6. Це дало можливість збільшити кількість білків, вітамінів, мінеральних речовин у готовому продукті та знизити витрати вершкового масла на 7,5 % [5].

Швидше та економніше вирішити проблему білка можливо за рахунок використання продуктів рослинництва, особливо сої. Біологічна цінність білків сої досягає 89% цінності казеїну, в той час як пшениці – тільки 52% [11]. Для кондитерської промисловості найбільш цінними соєвими продуктами є олія, соєве борошно, ізоляти, концентрати і текстурований білок [8].

Кафедрою технології хліба, кондитерських виробів і громадського харчування ОДАХТ розроблено технологію зтяжного печива “Лілія” із соєво-шротовим білковим ізолятом (СШБІ). Це однорідна паста з вмістом 36...38 % сухих речовин, у складі яких 86...87 % білка, 7...8% вуглеводів, 1...2 % жирів, 4...5 % мінеральних речовин. Амінокислотний склад цього білкового збагачувача наведено у табл. 1.1 [1].

Таблиця 1.1

**Вміст амінокислот і амінокислотний скор соєво-шротового білкового ізоляту**

Амінокислота	Вміст амінокислоти, г/100г білка		Амінокислотний скор СШБІ,%
	в СШБІ	в ідеальному білку	
Ізолейцин	4,14	4,00	103,5
Лейцин	9,28	7,00	132,6
Лізін	6,80	5,50	123,6
Метіонін + Цистин	3,00	3,50	85,7
Фенілаланін + Тирозин	8,65	6,00	144,2
Треонін	4,99	4,00	124,8
Триптофан	1,05	1,00	105,0

Амінокислота	Вміст амінокислоти, г/100г білка		Амінокислотний скор СШБІ,%
	в СШБІ	в ідеальному білку	
Валін	5,60	5,00	112,0

Включення продуктів переробки соєвих бобів у рецептури кексів, печива, крекерів, вафель дозволяє економити традиційну сировину – яєчний порошок, молоко, пшеничне борошно, а також надавати виробам протираковий, антихолестеринемічний ефект та антидіабетичні, гіпоалергенні властивості [10].

Для підвищення частки рослинного білка у борошняних кондитерських виробках пропонують використовувати гороховий білок [11,12]. Вироби характеризувались пониженою енергетичною цінністю і сприяли зменшенню рівня холестерину в організмі людини. Білкова добавка з гороху містить 42,0% білка, 13,0% крохмалю, 31,9% жиру, а також Na, K, Ca.

В ОДАХТ з макухи насіння томатів одержано білкові продукти у вигляді пасти і порошку, які містять відповідно 20 і 94–98% білка. Вивчена можливість їх використання для борошняних кондитерських виробів [13].

Для печива “Садко”, торта “Бал квітів” та інших борошняних кондитерських виробів у невеликій кількості вводили побічні продукти пивоваріння та виготовлення квасів – дробину, солодові екстракти, квасне сусло. Вироби характеризувались значним вмістом білкових речовин, некрохмальних полісахаридів, мінеральних речовин, вітамінів [12,13].

Вивчена можливість застосування сухого білкового концентрату сочевиці, який стабілізує жирові емульсії і збільшує строк зберігання печива та пряників [14].

Вченими Індії розроблено рецептури чотирьох видів печива з використанням борошна пшениці і нуту у співвідношеннях 20:80 і 40:60. Хімічний склад цього печива підтверджує доцільність його виробництва, оскільки 100г його містить: білка – 9,08 – 14,1 г; жиру – 23,24 ...33,80 г; Ca–30,21... 146,28 мг; вітамінів: B<sub>1</sub> – 0,15... 0,36 мг; B<sub>2</sub> – 0,09 ...0,18 мг; B<sub>3</sub> –1...1,7 мг; А – 453,04...624,43 мг [15].

Запатентовано виробництво цукрового печива “Пшеничне”, яке містить білково-крохмальну добавку: борошно з насіння соняшника (7...7,5% жиру) та обсмажений кукурудзяний крохмаль у співвідношенні 3:1 і 11:3 [16].

У шоколадному печиві 51 % пшеничного борошна замінено на борошно із зерна таро, яке містить, % : білків 2... 3,8, жирів 0,8, золи 1,5... 2,9, вуглеводів 84,3 – 88,3, харчових волокон – 5,5...9,0 [17].

Для частини деяких виробів використовують також інші види борошна, у тому числі з фруктів та ягід. Фірмою Ben Hill Griften (США) запатентований спосіб виготовлення цитрусового борошна з використанням відходів виробництва соків з апельсинів і грейпфрутів (шкірки, вичавленої м'якоти). Отримане борошно збагачує борошняні кондитерські вироби вуглеводами, клітковиною, а також білками і жирами. За рахунок здатності цитрусового борошна поглинати значну кількість води вироби зберігають свіжість довгий час [18].

Борошно калини містить цукри (6,5%), вітамін С (40мг%), біофлавоноїди (у перерахунку на рутин – 245мг%), мінеральні і пектинові речовини, має водопоглинну та вологоутримуючу здатність. Завдяки цьому воно покращує харчову, біологічну цінність, структурно-механічні властивості, колір, смак та аромат готових виробів [19].

Введення у рецептуру бісквіта борошна тонкого помелу з чорноплідної горобини дозволило зменшити загальну кількість засвоюваних вуглеводів до 15% та збагатити виріб клітковиною, пектиновими речовинами - на 2,04%, білком - на 0,77% мінеральними елементами – на 50,4%, у тому числі йодом, а також вітамінами, β-каротином, цитроном, антоціанами. Водночас знижена загальна енергетична цінність бісквіта [20.21].

Виробництво продуктів дієтичного та лікувально-профілактичного призначення є досить актуальним завданням. Одним із шляхів його вирішення можна вважати внесення функціональних добавок у рецептуру борошняних кондитерських виробів. Серед них особливе місце посідають порошки на основі фруктоовочевої сировини. Вони технологічні, характеризуються достатньо широким спектром фізіологічно важливих нутрієнтів, серед яких

виділяються пектинові речовини, мікроелементи і вітаміни.

Встановлено, що гарбузові, томатні, кабачкові, морквяні та бурякові порошки, як сировина для виробництва кондитерських виробів, цілком відповідають медико - біологічним нормам і регулюють біохімічні процеси в організмі [22].

Використання низькокалорійного порошку з цукрового і столового буряків у виробництві борошняних кондитерських виробів дозволяє знизити їх енергетичну цінність і виключити з рецептури калорійні продукти: меланж, масло вершкове, цукор. Борошняні кондитерські вироби з низькокалорійним буряковим порошком мають дієтичне і лікувально- профілактичне призначення, завдяки значному вмісту харчових волокон і сприяють елімінації токсичних речовин та радіонуклідів з організму людини [23].

Морквяний та гарбузовий порошки вважають натуральними концентратами пектинових речовин, каротину, вітамінів, мінеральних речовин. Вони виконують важливу функцію обміну речовин в організмі людини, регулюють кислотно-лужний баланс завдяки вмісту калію та натрію. Тому використання цих порошків підвищує харчову та біологічну цінність кондитерських виробів [24].

З додаванням гарбузового порошку виробляють пряники “Денсаулик” і “Жаналик”. Ці вироби характеризуються підвищеною біологічною та харчовою цінністю, а завдяки низькому вмісту жиру і вуглеводів автори рекомендують їх як високоефективні продукти для профілактики захворювань органів травлення, ожиріння, діабету [25].

Овочеві порошки використовують також у поєднанні з молочними продуктами [26,27]. Вони покращують колір печива, надають йому своєрідного смаку, збагачують вироби  $\beta$ -каротином, мінеральними і пектиновими речовинами. Овочево-молочні порошки містять значну кількість вуглеводів, білків, жирів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

### **Харчова цінність овочево-молочних порошків**

Назва порошку	Вміст основних речовини, г/100г		
	білки	жири	вуглеводи
Кабачково-молочний	16,0	12,0	66,0
Динно-молочний	15,0	14,0	64,2
Морквяно-молочний	13,1	6,6	80,3
Буряково-молочний	17,1	13,6	64,6

Перспективним збагачувачем борошняних кондитерських виробів може стати порошок із шпинату. Він містить до 33% азотистих речовин, 15,1 – вуглеводів (без клітковини), 18,7 – клітковини, 3,0 – жирів, 5,6 – пектинових речовин, до 20 – мінеральних речовин і 2,15% органічних кислот. Фізіологічне значення порошку полягає у підвищенні вмісту гемоглобіну в крові, а також у лікуванні ракових захворювань [22].

Фруктово – ягідні порошки поповнюють борошняні кондитерські вироби цінними біологічно активними речовинами. Використання 3...10% порошоків і шроту з дикорослих ягід – черемхи, горобини, калини, лимонника у виробництві борошняних кондитерських виробів дозволяє виключити з їх рецептури кислоти, ароматизатори, барвники і водночас поліпшити органолептичні показники [23].

Досліджено вплив плодів чорниці звичайної на споживні властивості та збереженість печива [24]. Продукти переробки чорниці підвищують харчову цінність, знижують енергетичну цінність (за рахунок заміни частини цукру та жиру добавкою) та збільшують строки придатності до споживання здобного печива.

Харчову цінність борошняних кондитерських виробів поліпшують пюре і порошок з айви у кількості від 3,5 до 8 % [25], завдяки вмісту багатьох біологічно активних речовин.

Заслужують на увагу споживачів борошняні кондитерські вироби з включенням до рецептури мандаринової крупки та порошку з мандаринових вичавок. Ці вироби збагачені мінеральними елементами, органічними



кислотами, вітамінами Р та С [24].

Фірма А.Т. Producte Corp. (США) випускає апельсинові, абрикосові, чорносмородинові, полуничні, грушеві, яблучні сушені пластівці, які надають печиву й бісквіту натурального аромату свіжих фруктів.

Яблучно-рисові гранули фірми Garison Products Inc (США) можуть служити вологоутримуючим агентом борошняних кондитерських виробів. Їх отримують методом екструзії з яблучної пульпи та рисового борошна [26].

Запропоновано новий порошкоподібний напівфабрикат для борошняних кондитерських виробів. Його отримують напиленням яблучного неосвітленого соку з вмістом 9,6...11,6% сухих речовин на пшеничне борошно вищого гатунку у співвідношенні 1:1 і 1:2. Фруктоза напівфабрикату надає виробам дієтичних властивостей та більш солодкого смаку, а аскорбінова кислота покращує засвоєння заліза [27].

Пюре з горобини звичайної, чорниці, калини, гарбуза у складі пісочного печива обумовлює приємний смак і запах, гальмує накопичення продуктів окислення і подовжує строки зберігання виробів [28,29]. Оптимальною вважається концентрація цих видів пюре 10 % до маси борошна, завдяки якій можна знизити на 10...15 % витрати калорійних продуктів (цукру, жиру, яєць) [23].

Наповнювачами для борошняних напівфабрикатів можуть бути морквяне, бурякове, капустяне, яблучне, вишневе, чорносмородинове, динне пюре. Завдяки цим добавкам вироби збагачуються залізом, білковими, пектиновими речовинами, клітковиною, аскорбіновою кислотою. Споживання таких продуктів підвищує імунно-біологічну реактивність організму [30].

Пісочні вироби виготовляються з додаванням відвареного протертого пюре з гарбузів, кабачків, буряків, моркви та картоплі. Виготовлення таких виробів особливо доцільне у місцях вирощування або переробки сільськогосподарської продукції. Встановлено оптимальні варіанти заміни частини цукру та жиру відварними протертими овочами: кабачки або гарбузи – 10%, буряк чи морква – 15%, картопля – 20%. Використання цих добавок

знижує енергетичну цінність виробів на 5... 27%, підвищує їх біологічну цінність та збільшує вихід готових виробів на 8...12% [31].

Широко використовується для начинок борошняних кондитерських виробів також фруктові пюре [32]. Останнім часом зроблено висновок про доцільність використання пюре з бананів, ананасів, манго, гуави та абрикосів для виробництва борошняних кондитерських виробів, що також позитивно впливає на поліпшення харчової цінності цих виробів [33].

Джерелом харчових волокон, пектинових речовин та органічних кислот борошняних кондитерських виробів можуть служити цукати з столових буряків, гарбузів, моркви, кабачків, горобини, яблук, груш, айви [31].

Лікувально-профілактичні вироби для хворих цукровим діабетом пропонують на основі інуліновмісних рослин (топінамбуру, цикорію, жоржин) [34,35].

Українським державним університетом харчових технологій розроблено технології отримання сиропу, пюре, пасти, порошку з топінамбуру, який багатий на інулін. Споживання виробів з цими добавками дає можливість зменшити вміст цукру у хворих на цукровий діабет, сприятливо впливає на роботу серцево-судинної системи, стабілізує обмінні процеси в організмі людини. Крім фруктозанів, топінамбур містить пектинові речовини, мінеральні солі, вітаміни. Це враховується під час створення нових рецептур дієтичних видів печива, бісквітних напівфабрикатів, в яких замінюють частину борошна та крохмалю і вилучають цукор. При цьому отримують вироби з поліпшеними структурно-механічними характеристиками, які довго зберігають свіжість.

Корінь цикорію містить до 65% легкозасвоюваних вуглеводів – інуліну та фруктози. Тому настій та екстракт з нього рекомендують для лікування хворих діабетом, при захворюванні печінки та нирок. Розроблено та випробувано рецептури 18-ти найменувань кондитерських виробів, у тому числі вафель і печива з використанням цикорію. Він не тільки підвищує біологічну цінність виробів, дієтичний і діабетичний ефект, а й надає їм помірну гіркоту, подібну каві, какао тертому, а також забарвлює їх у темно- коричневий колір колір. У

поєднанні із сухим молоком, цикорій зумовлює горіхово-шоколадний присмак та в 4 рази підвищує засвоюваність білків [37].

Цінною нетрадиційною добавкою для борошняних кондитерських виробів є обліпиховий шрот. В ньому міститься значна кількість ліпідів, органічних кислот, клітковини, а також вітамін С, мікро- та макроелементи, білки, пектин (3,2 – 4,6%). Він може використовуватись як додаткове джерело цінних речовин і дозволяє зменшити частку маргарину та борошна на 10... 20%.

Для виготовлення пряників рекомендують використовувати концентрований фруктовий екстракт (КФЕ), отриманий з яблучного екстракту. Він багатий на мінеральні речовини, органічні кислоти і фруктозу, завдяки чому його можна включати до рецептури дієтичних продуктів. При повній або частковій заміні інвертного цукру чи меду у заварних пряниках на КФЕ покращуються їх органолептичні властивості та структура [38].

Спільно з фірмою “Фітос Н” кондитерська фабрика ТОВ “Іркутськхарчопром” почала виробляти печиво “Тулунське” з використанням “Лохеїна” – екстракту з екологічно чистих рослин Сибіру. Цей виріб покращує функцію печінки та нирок, виводить радіонукліди, сприяє засвоєнню вітамінів [39].

Екстракт та порошок кропиви дводомної у рецептурі печива (0,25...3,24%) покращують якість та забарвлення виробів. Екстракт лакричного кореня з вмістом 50% сухих речовин включають до рецептури пряників (0,2–1% до маси борошна). Завдяки цьому підвищено біологічну цінність виробів і забезпечено їм лікувально-профілактичну дію [35].

Значна кількість публікацій присвячена харчовим волокнам, які суттєво впливають на мінеральний, вітамінний та інші види обміну в організмі людини. Вони здатні зв'язувати і виводити з організму нітрати, нітрити, феноли, пестициди, важкі метали, мікотоксини, а також впливати на обмін ліпідів. Тому включення харчових волокон у рецептуру борошняних кондитерських виробів обумовлює лікувально-профілактичний характер продуктів.

Значна кількість харчових волокон міститься в овочах, фруктах, неочищених

злаках.

Німецька фірма “Могунція” пропонує препарат “Вітацель”, який отримують методом тонкого розмелу оболонки пшениці. Він складається в основному з целюлози і геміцелюлози (98%). Внесення 2...5% препарату “Вітацель” до маси борошна у вафельну масу покращує структуру і стабільність тіста, поліпшує харчову цінність виробів [39].

Пшеничні висівки (1%) і борошно з зерна сорту Подільський (17,9– 18,2%) у складі крекери позитивно впливають на обмін жирів та мінеральних речовин в організмі людини [40].

При виготовленні низькокалорійного вівсяного печива із зменшеним вмістом борошна, цукру та жиру, а також інших борошняних кондитерських виробів, вводили харчові волокна вівса, пшениці, соєвих бобів або їх суміші.

Джерелом харчових волокон і цінною добавкою для печива вважаються розмелені оболонки насіння *Psyllium mucilloid* [83].

Дослідження науковців показали, що в капусті, цибулі, моркві, брукві та картоплі міститься 1,3...4,2 г/100г (на сиру масу) харчових волокон. Овочеві та фруктові порошки містять 5...12 % харчових волокон. Новий низькокалорійний порошок з бурякових вичавок містить до 90 % харчових волокон і може використовуватись для виготовлення борошняних кондитерських виробів [34].

Пектин використовується в кондитерському виробництві [35]. Цитрусовий пектин (0,07...2% до маси борошна) додавали для поліпшення якості та сповільнення черствіння заварних пряників [36].

Пектин з кавуна характеризується більш високими комплексоутворюючими властивостями і водопоглинною здатністю у порівнянні з цитрусовим пектином [37, 38]. Для борошняних кондитерських виробів його рекомендують використовувати у кількості 1% до маси борошна, що позитивно впливає на підвищення біологічної цінності продуктів та захисної реакції організму.

Передбачається розширення асортименту промислових

напівфабрикатів для фруктових начинок з певними властивостями для рулетів, тістечок, пряників [29]. До їх складу пропонують яблучний пектин classic AU- 201, AU – 202 виробничого об'єднання “Хербстрайт” (ФРН) і пектин цитрусовий концерну “Геркулес” (США) [42].

Наведені дані, що пектин з кошиків соняшника та коробочок бавовника поліпшує органолептичні показники борошняних кондитерських виробів, які повністю відповідають вимогам стандарту.

Цінною харчовою добавкою вважаються пшеничні зародки. Термічно оброблені за температури 130<sup>0</sup>С та подрібнені у борошно вони містять 96–98% сухих речовин, які складаються з білка (28...29%), вуглеводів (23...24%), жиру (11...12%), мінеральних речовин (5...6%, з них фосфор, кальцій, цинк, мідь, селен, бром, магній, калій, натрій, залізо), клітковини (15...16%). Амінокислотний склад пшеничних зародків (ПЗ) добре збалансований [44].

АТВТ кондитерська фірма “Алтай” запатентувала виробництво печива із сирими зародковими пластівцями у кількості 15–18% до маси борошна, завдяки яким вироби характеризуються підвищеною біологічною цінністю [45].

Нові борошняні вироби профілактичного спрямування з використанням пшеничних зародків запропонували Дорохович А.М., Волошина В.П., Араніна І.Л., Дорохович В.В., Олексієнко Н.В., Махоцька В.В. [46], Махмудова Р.А., Матідов К.Х., Макієнко Ю.І., Абдулаєв Н.Ш. [47]. Чорнобильська катастрофа змусила фахівців розробляти харчові продукти радіопротекторної дії. У зв'язку з цим пропонується широкий асортимент борошняних кондитерських виробів із радіозахисними і цілющими добавками. Зокрема, селективну дію щодо стронцію, має альгінат натрію, який входить у рецептуру вафель “Бадьорість”. Кондитерські підприємства випускають печиво “Еллада” і “Любисток” з еламіном.

Печиво і пряники з ламінарією японською та цукристою виділяють як профілактичні, тому що збагачені альгіновою кислотою, різними макро- і мікроелементами (йод, марганець, кобальт, калій) [48].

Морська капуста збагачує вироби альгіновими кислотами, манітом, пентозанами, вітамінами С, А, D, Е і групи В, а також йодом (0,24% на суху речовину). Завдяки цим речовинам печиво має радіопротекторні властивості [49].

Для поліпшення харчової, смакової і біологічної цінності борошняних кондитерських виробів використовують також інші добавки.

Біологічно активна добавка (50...85% женьшеню з 15...50% меду) надає виробам вишуканого смаку [50].

Британська фірма Фокс'с Бискитс виробляє крекери з прянощами та часником.

Таким чином, з метою розширення асортименту борошняних кондитерських виробів, надання їм високої біологічної цінності, дієтичного та лікувально-профілактичного призначення, поліпшення структури, збереження свіжості, заміни частини дорогої сировини, підвищення їх конкурентоспроможності на ринку в рецептуру включають нетрадиційну сировину рослинного походження. Зокрема, це малопоширені види борошна; фруктові та овочеві пюре, пасти, порошки, пластівці, крупка, соєві білкові ізоляти, шрот, екстракти рідкісних рослин тощо.

Використання вторинних продуктів тваринництва для поліпшення харчової цінності борошняних кондитерських виробів

Цінною сировиною тваринного походження для печива, пряників, кексів, крекерів та інших виробів є вторинні молочні продукти (знежирене молоко, маслянка і сироватка). Маслянка та молоко знежирене містять стільки білків і мінеральних речовин як і молоко незбиране .

Завдяки вторинним молочним продуктам можна замінити у рецептурному складі виробів калорійні, дороговартісні продукти, не знижуючи біологічну цінність їх.

Знежирене молоко та маслянка містять мало жиру, однак він є

високодиспергованим, що полегшує його емульгування і засвоєння організмом. В їх складі менше білків, незамінних амінокислот, мінеральних речовин і вітамінів [51].

Для більш повного використання молочної сироватки, яке обмежується її строком зберігання, запропоновані такі продукти: сироватка концентрована, згущена з кисломолочного сиру, суха підсирна та з кисломолочного сиру, суха нейтралізована, згущена і суха демінералізована, глюкозогалактозний сироп, концентрат сухих білків підсирної сироватки, білкова маса з сироватки кисломолочного сиру, концентрати УК-1, вуглеводно-білковий концентрат ВБК-1, сухий молочний продукт [52].

Вторинні молочні продукти широко використовують для приготування борошняних кондитерських виробів.

Печиво “Ягідне” готується з додаванням сухого знежиреного молока і глюкозо-фруктозного сиропу у співвідношенні 1:2,5. Воно збагачене всіма поживними речовинами молока, але має знижену енергетичну цінність.

До складу начинки вафель “Полюшко” додатково включають молоко сухе знежирене – 9,85% та рослинну добавку Ераконд – 0,20% .

Різні види вторинних молочних продуктів ефективно поєднуються для поліпшення складу борошняних кондитерських виробів. Так, молочна суспензія із знежиреного молока і сироваткового білкового концентрату у співвідношенні 1:2 входить до складу цукрового печива “Російське”. Затяжне печиво „Полянка” із знежиреним сухим молоком та глюкозою (1:3) рекомендується для лікувально-профілактичного харчування [53].

Здобне печиво “Хуторянка” відрізняється підвищеним вмістом білка, оскільки містить 3,7...3,9 % молочних продуктів (знежирене і сухе знежирене молоко).

Суха сироватка з кисломолочного сиру, змішана із знежиреним молоком (1:2), у рецептурі печива “Квінтет” замінює калорійні інгредієнти.

Поліпшений мінеральний склад цукрового печива “Фруктове” обумовлений сухою сироваткою з кисломолочного сиру у поєднанні з морквяно-гарбузовою підваркою.

Рецептурою на зтяжне печиво “Ера” передбачений молочний маргарин із сухою сироваткою з кисломолочного сиру та масляною у співвідношенні (1:0,5:2). Ця емульсія покращує структуру виробів та забезпечує їм високі органолептичні властивості.

При розробці нових рецептур пряників і кексів профілактичного призначення використовували сироватку гідролізовану нейтралізовану з кисломолочного сиру. Ця добавка поліпшує харчову цінність і антибіотичні властивості [53]. Позитивні результати отримано при використанні сухої молочної та згущеної підсирної сироватки для виробництва креккеру [54].

Патентується цукрове печиво “Російські візерунки” із згущеним молоком та сироватковим напівфабрикатом УК–1. Напівфабрикат УК–1 виробляють із суміші знежиреного молока та підсирної сироватки або із суміші знежиреного молока та сироватки з кисломолочного сиру висушуванням. Таке печиво характеризується збалансованим амінокислотним складом [56].

Для кондитерської промисловості випускають молочні білкові концентрати – казеїнат натрію, білок сухий молочний харчовий, копреципітат низько- та висококальцієвий. Вони підвищують харчову цінність, якість, вихід продукції і сповільнюють черствіння.

АТВТ “Більшовик” запропонувало пісочний напівфабрикат для приготування торту “Петербурзький”, який включає молочний білковий концентрат, змішаний із молочною сироваткою у співвідношенні 1:(2...2,3) [57]. Новинкою цього підприємства є крем “Новий” для тортів “Ярославна” з додаванням білкового сироваткового концентрату та ПАР, змішаних із сухим молоком [57].

Молочні білкові копреципітати забезпечують печиву цукровому “Бадьорість” і зтяжному “Усмішка” рівномірний колір і пористість, виражений смак і запах. Заварні пряники “Урожайні” добре зберігають свіжість, м’які за структурою за рахунок вмісту 15,2 % згущеної молочної сироватки.

Погіршення екологічного стану в Україні та нераціональне харчування населення обумовили захворювання залізодефіцитною анемією. Це



прискорило розробку кондитерських виробів з чорним альбуміном, який містить гемове залізо. На основі сухої крові забійних тварин розроблено печиво “Південний Буг”, “Альбумінове” і “Шоколадно-альбумінове”, вафлі “Тюльпан”, кекси, торти з альбуміном. За рахунок чорного альбуміну у вафлях збільшився вміст тваринного білка на 8%, а заліза – на 18мг/100г, у кексах і тортах – відповідно на 4% і 9мг, у пряниках та печиві – на 2 % і 4,5мг/100г . Підприємства Укоопспілки також налагодили виробництво пряників з альбуміном.

Високоцінними збагачувачами для борошняних кондитерських виробів є рибний білок тріски, минтая, хека, путасу, макруруса. Із житнього і пшеничного борошна з додаванням рибного наповнювача виготовлено печиво „На здоров'я”, „Марія”, крекер „Рибка”, галети „Апетитні”, які мають високу біологічну та органолептичну цінність.

Отже, на основі використання вторинних молочних продуктів: різних видів сироватки, маслянки, молока знежиреного сухого, згущеного, молочних білкових концентратів; сухої крові забійних тварин (чорного альбуміну) значно поліпшується харчова, біологічна цінність та органолептичні показники якості борошняних кондитерських виробів, розширюється їх асортимент. Разом з тим досягається економія основних сировинних ресурсів і суттєво знижується собівартість продукції. Але досвід вітчизняних та зарубіжних підприємств показує, що тваринні продукти тваринництва недостатньо широко використовуються у виробництві крекерів.

### **Аналіз зміни основних компонентів виробів з крекерного тіста під час зберігання**

Всі рецептурні компоненти виробів з крекерного тіста, а саме крекерів різного асортименту повинні бути повноцінними, мати добрі органолептичні властивості (смак, запах, колір) і мінімально змінюватися під час зберігання. Найбільш лабільними компонентами крекерів вважаються жири. Харчова і біологічна цінність жирів обумовлена кількісним і якісним складом

поліненасичених есенціальних жирних кислот. Саме вони є дуже нестабільними щодо окислення киснем повітря. Органолептичні властивості жирів змінюються під час зберігання, і з врахуванням глибини автоокислення відчувається погіршення запаху та смаку [58].

Прогірклість жирів є результатом складних хімічних і біохімічних реакцій. Залежно від механізму перетворень жирів розрізняють два типи прогірклості – окислювальну та гідролітичну. У свою чергу їх поділяють на автокаталітичну (неферментативну) і ферментативну (біохімічну) [59].

Окислювальна прогірклість є найбільш поширеним видом псування жирів під час зберігання. В основі її лежать ланцюгові радикальні процеси із виродженим розгалуженням.

Первинними продуктами цього процесу є гідропероксиди, з яких шляхом складних реакцій утворюється різноманітна суміш різних сполук: насичених та ненасичених альдегідів, кетонів, моно- та дикарбонових кислот, альдегідокислот, кетокислот та їх ефірів, гідроксисполук, епоксидів, полімерів. Більшість цих речовин формує присмак прогірклості; леткі речовини обумовлюють погіршення аромату.

Окислювальна ферментативна прогірклість (кетонна) притаманна жирам, тригліцериди яких містять середньо- та низькомолекулярні насичені жирні кислоти, а також значну кількість вологи. Цей тип прогірклості зустрічається при ураженні пліснявою (*Aspergillus*, *Penicillium* та ін.) вершкового масла і маргарину. В основі кетонної прогірклості лежить процес гідролітичного розщеплення жиру з виділенням вільних жирних кислот, подальшим  $\beta$ -окисленням та декарбоксілюванням цих кислот. В результаті накопичується алкілметилкетони, які мають характерний неприємний запах.

Гідроліз жирів має місце при наявності води. Швидкість та глибина розщеплення жиру залежить не тільки від кількісного співвідношення води і жиру, а й від їх взаємного розподілу. Автокаталітичний процес гідролізу проходить у жировій фазі, в якій емульгована вода. При ферментативному розщепленні гідроліз відбувається на поверхні дотику жиру і води.

Ферментативний процес гідролізу жиру обумовлюється присутністю в жирах ліполітичних ферментів, які можуть бути в сировині харчових жирів, а також утворюватись внаслідок розвитку небажаної мікрофлори.

При контакті жирів з киснем повітря автоокислення може проходити з помітною швидкістю вже при кімнатній температурі. Це обумовлено здатністю жирів та особливо їх поліненасичених жирних кислот до радикальних реакцій .

При автоокисленні в харчових жирах залежно від утворених специфічних продуктів окислення тригліцеридів з'являються небажані присмаки та запахи – оліїстий, салістий, окислений, металевий, рибний, прогірклий. Відповідальними за розвиток присмаків та запахів у першу чергу є карбонільні сполуки. Помітне зниження органолептичних властивостей жирів відбувається за наявності дуже незначних кількостей цих сполук. Так, деякі карбонільні сполуки, що утворились з гідропероксидів лінолевої кислоти, надають рослинним оліям легкий, але помітно неприємний смак навіть у концентрації  $1:10^8$ .

Одним із небажаних наслідків автоокислення жирів є втрата ними вітамінних властивостей внаслідок окислювальної деструкції поліненасичених жирних кислот та руйнування вітамінів продуктами окислення, які накопичуються в жирах.

Широкий аспект дії окислення жирів обумовлений високою хімічною активністю продуктів окислення їх і в першу чергу вільних радикалів, перекисних та карбонільних сполук. Одним з прикладів відчутної реакційної здатності продуктів окислення жирів є їх взаємодія з білками, що має місце під час зберігання жирів. Комплексні сполуки, які утворюють окислені ліпіди з білками є міцними і нерозчинні у воді, в органічних розчинниках та не розщеплюються ферментами.

Важливе значення для характеристики механізму автоокислення жирів молекулярним киснем має теорія ланцюгових розгалужених реакцій з виродженим розгалуженням. Акад. О.М. Бах створив перекисну теорію

окислення, акад. М.М. Семенов – теорію розгалужених ланцюгових реакцій та її різновид – теорію розгалужених ланцюгових реакцій з виродженим розгалуженням [58]. Згідно цієї теорії окислення жирів починається з утворення вільних радикалів (частини молекули, яка має вільні валентності) в результаті розриву найбільш слабкого із ковалентних зв'язків - C – C або C – H.

Для безпосереднього зародження первинних ланцюгів, швидкості і особливостей механізму процесу автоокислення важливе значення має склад і будова гліцеридів, а також деякі зовнішні фактори (наявність кисню, каталізаторів, інгібіторів, дія різних форм енергії). У зв'язку з тим, що до складу жирів входять різні жирні кислоти (насичені і ненасичені) швидкість автоокислення відповідних ліпідів неоднакова.

Найбільш лабільними щодо автоокислення компонентами жирів є ненасичені жирні кислоти та деякі жироподібні речовини.

Спонтанне окислення (автоокислення) є характерним і для насичених кислот. При цьому найбільш високомолекулярні насичені жирні кислоти реагують з киснем швидше ніж середньо- та низькомолекулярні. Типовою ознакою ненасичених жирних кислот є утворення гідропероксидів, але воно є характерним і для насичених кислот як при окисленні в умовах високих температур (120...150<sup>0</sup>C), так і при температурах 60<sup>0</sup>C і (18...20)<sup>0</sup>C. Однак, на відміну від ненасичених жирних кислот, кількість пероксидів, що утворилась, досить незначна.

На швидкість процесу зародження ланцюгів та на розвиток ланцюгового процесу автоокислення великий вплив має наявність достатньої кількості кисню. Відомо, що гліцериди здатні розчиняти кисень. Участь кисню в утворенні вільних радикалів обумовлює значне зниження енергії на реакцію. Акти зародження первинних радикалів (ініціювання ланцюгів) все ще залишається гіпотетичним. Деякі вчені не визнають достатньо визначеним уявлення про механізм ініціювання ланцюгів шляхом безпосередньої взаємодії з молекулярним киснем і вважають, що автоокислення ліпідів є

металоініційованою реакцією. Вони стверджують, що атакування молекулярним киснем вимагає наявності слідів важких металів. Каталізаторами окислення є сліди металів змінної валентності: мідь, залізо, олово, свинець, а також органічні сполуки, що містять залізо, білки [59]. Вміст цих металів, наприклад, у рослинних оліях залежить від олійних культур і умов їх вирощування. В жирі вони знаходяться у вигляді солей жирних кислот, а також у складі фосфатидів [59].

Реакції 1 і 2 є реакціями продовження ланцюгів і визначають ланцюговий характер реакції окислення в цілому, яка відбувається як чергування цих двох реакцій. Вони проходять з різною швидкістю. Дуже швидко і практично без енергії активації відбувається взаємодія радикала  $R^0$  з молекулою кисню (1). На цій стадії утворюються гідропероксиди (пероксиди), які не мають смаку і запаху. На стадіях глибокого окислення в реакціях розпаду ROOH (3.1, 3.2, 3.3) можуть брати участь вторинні сполуки з гідроксильною, карбонільною і кислотною групами. З накопиченням гідропероксидів швидкість і характер окислювальних перетворень суттєво змінюються.

Вироджено-розгалужений характер процесу автоокислення жирів обумовлюється розпадом молекул гідропероксиду з розривом зв'язку O – O і утворенням двох вільних радикалів.

Обривання ланцюгів – це загибель вільних радикалів під час автоокислення ліпідів. Воно відбувається головним чином у результаті взаємодії радикалів за бімолекулярними реакціями (4, 5, 6). У відповідності з цим у системі не проходить безперервного збільшення кількості вільних радикалів. На певному етапі автоокислення встановлюється стаціонарна кінетично-рівноважна концентрація радикалів, за якої швидкість їх утворення і загибелі вирівнюється. Інгібіторну дію на ці реакції можуть мати речовини, супутні жирам і антиоксиданти, що додаються до жирів.

Таким чином, у процесі автоокислення жиру накопичується багато продуктів, які суттєво погіршують органолептичні показники якості, помітно знижують біологічну цінність, сприяють зменшенню вмісту вітамінів та зміні інших

речовин. Тому для оцінки споживних властивостей жирів і жиромісних продуктів дуже важливо підібрати такі показники, які найбільш об'єктивно відображають зміни якості.

Для крекери характерним також є зміна під час зберігання твердості, крихкості. Вони обумовлені змінами крохмалю і білка. Під час черствіння відбувається розривання і перерозподіл водневих зв'язків, що утримують молекули води між білками і вуглеводами.

Встановлено, що з подовженням строку зберігання виробів, крохмаль стає більш жорстким, знижується його здатність до набухання і розчинності у воді. Одночасно з цим спостерігається повернення кристалічної структури крохмалю – ретроградація. Роботами Ексфорда, Елтона, Чемберлена [60] встановлена залежність зміни швидкості черствіння виробів від температури, тобто черствіння прискорюється з підвищенням температури, і навпаки, гальмується при більш низьких температурах, аж до точки замерзання. Це було підтверджено роботами Арані з використанням термографічного методу на вивченні змін крохмалю за температур 1, 10, 21<sup>0</sup>С. Швидкість змін крохмалю за температури 1 і 10<sup>0</sup>С практично однакова, але при 21<sup>0</sup>С вона значно вища. Всі ці дослідження свідчать, що крохмаль має виняткове значення в процесі черствіння борошняних кондитерських виробів. Доведено також, що низькі мінусові температури затримують черствіння виробів. За таких умов процес черствіння аналогічний процесу кристалізації високополімерних речовин. Швидкість кристалізації збільшується із переохолодженням, проходить через максимум, а потім понижується при 0<sup>0</sup>С, коли рухомість молекул недостатня для того, щоб відбулась кристалізація. Ці процеси дослідили Аврамі, Евансон і Морган. На думку одного із спеціалістів з крохмалю, явище черствіння виробів полягає у зворотній агрегації амілопектину. Зміни розчинності амілози борошняних виробів під час зберігання встановили Августат, Ширбаум, Ріхтер. Заслуговує на увагу теорія черствіння виробів, яка ґрунтується на тому, що під час зберігання відбувається агрегація амілози та амілопектину. Це явище може бути

загальмовано утворенням комплексів крохмальних полісахаридів з ліпідами або білковими речовинами.

Дослідження вчених свідчать про те, що крохмаль має виняткове значення в процесі черствіння виробів і дають теоретичне обґрунтування способам його затримки.

Вперше спроби виявити значення білків у черствінні були проведені на борошняних виробках. Встановлено, що вироби з високобілкового борошна черствіють повільно [61].

Під час зберігання виробів відбуваються зміни гідратованих білків клейковини, які проявляються у зниженні гідратаційної властивості і віддачі вільної води. Ці зміни обумовлені денатурацією білків.

Отже, рецептурні компоненти крекерів обумовлюють зміну якості під час зберігання. Особливе значення мають жири, зіпсуття яких погіршує, в першу чергу, органолептичні показники. Це явище обумовлює використання компонентів, які здатні гальмувати процеси окислення та гідролізу ліпідів.

### **1.3 Перспективи використання борошна амаранту при виробництві виробів з крекерного тіста.**

Зважаючи на необхідність розширення асортименту борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової та біологічної цінності, актуальним є питання пошуку нових, нетрадиційних видів сировини рослинного походження. З цією метою науковцями запропоновано застосування амаранту, який має високу продуктивність, а також значні переваги за харчовою та біологічною цінністю порівняно з бобовими та злаковими культурами. Широкий спектр фізико-хімічних властивостей насіння цієї культури, яку вирощують в Україні, обумовлює великі перспективи для її використання у харчових продуктах. Специфіка хімічного складу насіння амаранту визначається такими аспектами:

- високим вмістом білкових речовин (від 11,8% до 19%) в порівнянні з вмістом

білка в зернових культурах;

- значним вмістом незамінних амінокислот: лізину (0,7...0,9 г на 100 г зерна), триптофану і сульфамінокислот;
- більш повноцінним амінокислотним складом в порівнянні із зерновими культурами — пшеницею, сорго, кукурудзою, рисом і ін.;
- наявністю крохмалю у вигляді багатокутної дрібнокристалічної структури, діаметр гранул яких складає 1...3 мікрона;
- високим вмістом ліпідів (від 5,7 до 9,0%), який має біля 80% ненасичених жирних кислот;
- наявністю у складі масла насіння амаранту компонента сквалену;
- високим рівнем харчових волокон і наявністю ізомера вітаміну Е, який володіє інгібуючою дією до біосинтезу холестерола.

Амарант відрізняється, насамперед, високою якістю білка, харчова цінність якого, у порівнянні з ідеальним білком ФАО по сумі незамінних амінокислот, становить 97%. За вмістом таких незамінних кислот, як лізин та метіонін, білок амаранту перевищує традиційні зернові культури. Білок амаранту оцінюється в 76,0 балів за прийнятою шкалою якості. Насіння амаранту багате на такі вітаміни, як рибофлавін, ніацин, токоферол і, на відміну від інших культур, містить аскорбінову кислоту. Насіння амаранту є цінним джерелом фосфору, заліза, магнію, кальцію: один грам насіння амаранту забезпечує 46% добової потреби організму людини в кальції. Значна частина мінеральних речовин амаранту (60% від загального вмісту) сконцентрована в оболонці насіння і зародках зернового матеріалу. Причому такі елементи, як залізо та мідь, концентруються в зародках, а кальцій, натрій та марганець — в оболонках насіння. Вміст ліпідів в насінні амаранту становить 5,7...9,0%, що більше, ніж в інших зернових культурах. 76% ліпідів амаранту складають ненасичені жирні кислоти, головним чином ліноленова, олеїнова та пальмітинова. За жирнокислотним складом олія амаранту близька до кукурудзяної олії, але має ряд значних переваг: у ній міститься багато токоферолу, який володіє антиоксидантною дією. Вітамін Е в амарантовій олії



знаходиться в особливо активній токотриєнольній формі. Також амарантова олія містить до 8% сквалену — вуглеводомісткого компонента, похідного від ізопрену, який є попередником тритерпенів і стероїдних сполук. Сквален пригнічує ріст ракових клітин та підвищує імунітет людини. В амаранті присутні й мінорні компоненти: інгібітор трипсину — 300...5150 од/г, інгібітор хімотрипсину — 3000...4000 од/г, поліфеноли — 2,0...4,0 мг/г, сапоніни — 1,6...1,7 мг/г, фітинова кислота — 0,34...0,61%, щавлева кислота — 2...16 мг/100 г, які можуть впливати на організм людини як позитивно, так і негативно.

Значна кількість поліфенолів в амаранті зумовлює його антибактеріальну, противірусну, антиоксидантну та протизапальну дію. Ще однією цінністю амаранту є вміст у ньому легкозасвоюваних харчових волокон. Як відомо, харчові волокна — клітковина, пектин геміцелюлоза — сприяють зменшенню калорійності раціону, знижують негативну дію на обмінні процеси у людей, що споживають у надлишку жири і вуглеводи, допомагають регулювати моторну функцію кишечника. Харчові волокна абсорбують та виводять з організму людини різні хімічні, в тому числі й канцерогенні речовини.

Продуктами переробки насіння амаранту є амарантове борошно і амарантовий шрот, які можуть бути використані як джерело біологічно активних речовин при виробництві кондитерських виробів з підвищеною біологічною цінністю.

Важливими властивостями амарантових продуктів є: позитивна смакова характеристика; однорідна структура; вологоутримуюча здатність; жирутримуюча здатність; стійкість до тривалого зберігання.

Проведений аналіз науково-технічної літератури довів можливість застосування амарантового борошна в якості біологічно активної та харчової добавки у виробництві борошняних кондитерських виробів.

## **Висновки до розділу 1**

На основі аналітичного огляду літератури з теми магістерської роботи можна зробити деякі загальні висновки:

У багатьох країнах з метою збагачення борошняних кондитерських виробів незамінними амінокислотами, харчовими волокнами, мінеральними елементами, вітамінами. використовують нетрадиційні види борошна: гречане, соєве, люпинове, з нуту, насіння соняшника, а також порошки цитрусових, калини, чорноплідної горобини та ін.

Для поліпшення складу виробів додають соєві білкові ізоляти, пшеничні зародки, шрот обліпихи, альгінат натрію, напівфабрикати з морської капусти, екстракти рослин тощо.

Одним з напрямків поліпшення харчової і біологічної цінності борошняних кондитерських виробів вважаються використання тваринницької нетрадиційної сировини.

Зміни харчової, біологічної цінності і реологічних показників виробів обумовлені якісними перетвореннями особливо таких лабільних компонентів як жири під час зберігання. З метою гальмування окислення жирів печива, пряників, кексів, тортів, крекерів, вафель, подовження їх строків зберігання використовують антиоксиданти, які містяться у різних видах рослинної сировини.

Водночас недостатньо вивчені можливості та доцільність використання нетрадиційної сировини для виробництва крекерів з підвищеною біологічною цінністю, які були б конкурентоспроможними на ринку.

Проведений аналіз науково-технічної літератури довів можливість застосування амарантового борошна в якості біологічноактивної та технологічної добавки у виробництві борошняних кондитерських виробів.

### **РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВИРІВ ІЗ КРЕКЕРНОГО ТІСТА**

Сьогодні науковці в галузі харчування більшості країн світу акцентують особливу увагу на виробництві таких продуктів, які здатні підтримувати стан здоров'я споживачів на належному рівні, а також знижувати ризик цілого ряду захворювань. На сьогодні найбільш реальним, швидким, економічно вигідним і технологічно доступним є виробництво широкого спектру функціональних харчових продуктів на основі збагачення традиційних харчових продуктів тими біологічно активними компонентами, яких не вистачає в раціоні харчування населення. Існують різні визначення оздоровчих функціональних продуктів, сформульовані іноземними та вітчизняними авторами, однак усі вони підкреслюють специфічну особливість оздоровчих продуктів; їх здатність на молекулярному і клітинному рівнях забезпечувати ефективне протікання всіх метаболічних процесів у живому організмі. І в цьому полягає основний критерій віднесення певних харчових продуктів до категорії функціональних. Змінюються вимоги до сировини й сама сировина. Особливу увагу в XXI ст. приділяють розробленню й застосуванню харчових та дієтичних добавок до харчової продукції. [3].

Хлібобулочні та кондитерські вироби традиційно користуються великим попитом у населення, проте вони є висококалорійними виробами з порівняно низьким вмістом харчових волокон, вітамінів, поліненасичених жирних кислот тощо. Тому ці вироби є перспективними базовими об'єктами для створення спеціальних продуктів оздоровчого призначення, збагачених необхідними для організму людини речовинами.

У сучасному світі практично кожна людина щодня вживає велику кількість борошняних виробів. Якись види борошняних виробів люди їдять для угамування почуття голоду, а якись для задоволення. З усього різноманіття видів борошняних виробів на даний момент виробництво крекери становить 40% на ринку снєків [12].

Аналіз науково-практичних джерел в напрямку вирішення вищезазначених проблем показав перспективність використання такого рослинного об'єкту, як борошно амаранту.

### 3.1. Оцінка якості та дослідження функціонально-технологічних показників борошна амаранту

У вітчизняній науково-технічній літературі інформація про застосування амарантового борошна в технології хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів з'являється з певною періодичністю. Однак, перенести результати конкретного дослідження на одержувану різними виробниками борошно складно, так як в залежності від сорту амаранту, технології переробки його зерна залежить склад і, як наслідок, властивості борошна, які необхідно враховувати при відпрацюванні технологічних параметрів виготовлення продукції, в тому числі безглютенової.

Насіння амаранту у всьому світі розглядають як вельми цінний кормовий, харчовий і лікарський рослинний ресурс. Амарант (від грецького – вічний) – нова для нашої країни рослина, яка здатна зменшити дефіцит білка, вітамінів і мікроелементів в раціоні людини. Вона відрізняється високою врожайністю, підвищеним вмістом вітамінів, мінеральних солей, білків та їх збалансованістю, унікальною здатністю пристосовуватися до різних умов навколишнього середовища [41]. Порівняльна характеристика мінерального складу різних видів борошна наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

#### Вміст харчових, мінеральних речовин і вітамінів у різних видах борошна

Найменування компонентів	Вміст компонентів в 100 г сировини		
	Борошно пшеничне І гатунку	Амарантове борошно	Вівсяне борошно
Білки, г	10,6	16,0	13,0
Вуглеводи, г	67,1	54,5	59,2
Жири, г	1,3	6,5	6,2
Клітковина, г	0,2	0,85	1,3
Мінеральні речовини, г	0,72	3,6	1,24

Найменування компонентів	Вміст компонентів в 100 г сировини		
	Борошно пшеничне I гатунку	Амарантове борошно	Вівсяне борошно
Біологічна цінність, %	43,5	70,8	68,4

З наведених у табл. 3.1 даних видно, що у зернах амаранту міститься більше білка, у тому числі незамінних амінокислот - лізину, метіоніну і триптофану, а в складі жирів - близько 50% поліненасичених жирних кислот.

Амарантове борошно є природним джерелом сквалену (C<sub>30</sub>H<sub>50</sub>). Сквален - це поліненасичений вуглеводень. Головна властивість сквалену – насичення тканин і органів необхідною кількістю кисню і провітамінами, з яких організм має можливість самостійно «збирати» потрібні йому вітамінні сполуки.

Порівняння поживної цінності насіння амаранту з пріоритетними харчовими культурами виявило більш високий вміст білка у амаранту, при цьому він добре збалансований за амінокислотним складом. Слід підкреслити, що дефіцитними амінокислотами зернових рослин є лізин і метіонін, які у насінні амаранту містяться в двоє більшої кількості. Ці властивості надають особливу цінність амаранту в сучасному світі, коли населення більшості країн постійно відчуває гострий брак білкової їжі збалансованої за амінокислотним складом (табл. 3.2)[34].

Таблиця 3.2

#### Амінокислотний склад білків деяких зернових культур

Вміст в 100 г продукту	Зернові культури		
	Амарант	Пшениця	Гречка
Лізин	0,73	0,35	0,61
Гістидин	0,38	0,26	0,29
Аргінін	1,03	0,54	0,93
Треонін	0,54	0,38	0,48
Валін	0,66	0,50	0,65

Вміст в 100 г продукту	Зернові культури		
	Амарант	Пшениця	Гречка
Метіонін	0,22	0,18	0,16
Ізолейцин	0,56	0,43	0,48
Фенілаланін	0,52	0,57	0,49
Лейцин	0,85	0,81	0,79

Як свідчать дані табл. 3. 2, в насінні амаранту в достатній кількості містяться усі незамінні амінокислоти, які відіграють дуже важливу роль для організму людини, а саме - беруть участь у білковому і ліпідному обміні, синтезі гормонів та процесі кровотворення, а також необхідні для повноцінного росту організму людини і злагодженої роботи серця.

Крім того, амарантове борошно багате такими мінеральними речовинами, як залізо, кальцій, калій, містить надзвичайно важливі полінасичені жирні кислоти, з яких хотілося б виділити лінолеву, яка в організмі людини не синтезується і повинна надходити з продуктами харчування. З інших сполук відзначимо високий вміст вітамінів В<sub>2</sub>, Е, В<sub>1</sub>, вітаміни групи Д, жовчні кислоти, стероїди і фітостероїди.

Зерно амаранту містить вітамін Е в рідкісній, особливо активній формі. До складу більшості рослин вітамін Е входить в досить пасивній токоферольній формі. В зернах амаранту він міститься в токотрієнольній формі, антиоксидантні властивості якої в 40...50 разів вище, ніж у токоферольних форм (табл.3.3).

Таблиця 3.3

### **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

Як бачимо, насіння амаранту є цінним джерелом вітамінного та мінерального комплексу. Варто зазначити, що за концентрації заліза, кальцію і міді амарантове борошно перевершує пшеничне борошно, а саме: заліза в пшеничному борошні 2,1мг, в амарантовому - 28,0 мг; кальцію, відповідно, 74,0 та 96,0 мг; міді - 0,18 та 2,4 мг [32]. Крім того, амарантове борошно є не тільки цінним біологічно активним харчовим продуктом, але також має загальнозміцнюючу і оздоровчу дію на організм людини завдяки комплексу різних лікувально-профілактичних властивостей (імуностимулюючу, протипухлинну, протизапальну, бактерицидну, ранозагоювальну, протівірусну, протигрибкову)[45].

Таким чином амарантове борошно має високі смакові та фізико-хімічні властивості, які можна використовувати в функціональних цілях у виробництві борошняних виробів шляхом часткової заміни пшеничного борошна. Зміна рецептури з частковою заміною пшеничного борошна амарантовим борошном дозволить підвищити харчові і біологічну цінність виробів із крекернаго тіста.

### **3.2. Дослідження впливу амарантового борошна на біологічну цінність білка суміші пшеничного і амарантового борошна**

Білки амарантового і пшеничного борошна лімітовані за різними амінокислот, тому доцільно їх комбінування для отримання продукту з більш високою біологічною цінністю. Попереднє визначення раціонального співвідношення амарантового борошна і пшеничного борошна здійснювали за допомогою амінограм (рис.3.1).

Найкраще співвідношення триптофану і лізину досягається при дозуванні амарантового борошна 38,8% від загальної маси борошна, а валіну і фенілаланіну + тирозину - при дозуванні амарантового борошна 57% від загальної маси борошна, тобто максимальне збільшення біологічної цінності білка суміші може бути досягнуто в інтервалі співвідношень амарантового і пшеничного борошна 43:57...61:39. Більш точно раціональне співвідношення амарантового і пшеничного борошна визначено з допомогою показнику біологічної цінності (БЦ) та амінокислотного скору (рис. 3.2).

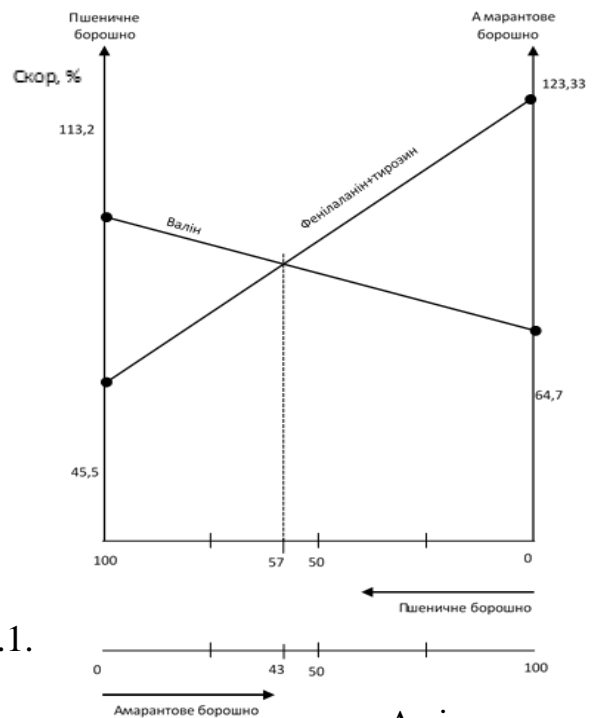
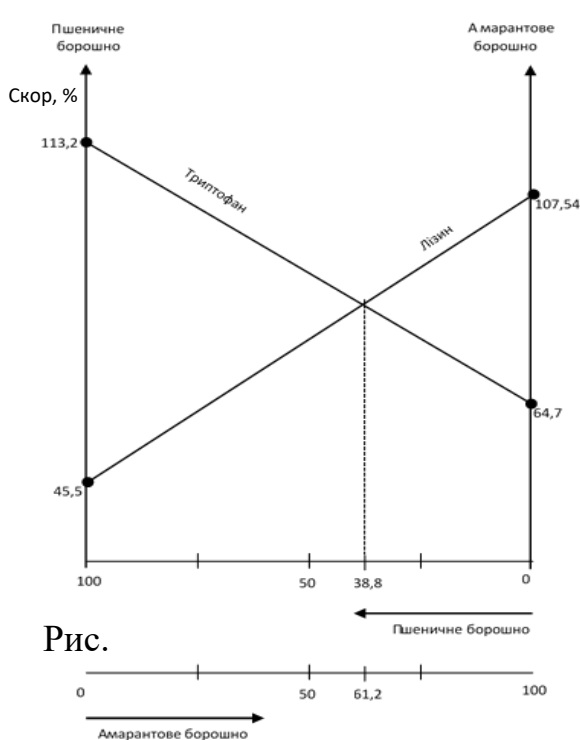


Рис.

3.1.

Амінограми для амарантового та пшеничного борошна за лімітуючими амінокислотами.



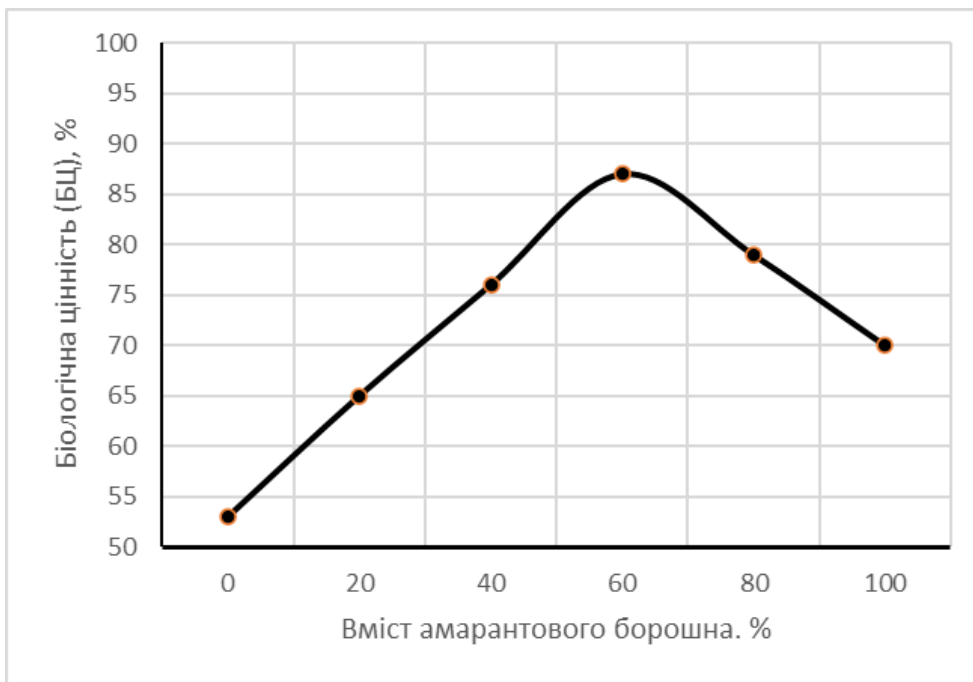


Рис.3.2. Біологічна цінність білка в залежності від дозування амарантового борошна в суміші з пшеничним борошном.

З наведених на малюнку 3.2 даних видно, що БЦ білка амарантового борошна на 16,99% вище, ніж у білка пшеничного борошна. Білок суміші борошна, що складається з 20% амарантового борошна і 80% пшеничного, володіє біологічною цінністю на 11,69% більшою, ніж білок пшеничного борошна; білок сумішей амарантового і пшеничного борошна 30:70, 40:60, 50:50, 60:40 і 70:30 характеризується біологічною цінністю більшою на 17,51; 23,29; 29,06; 34,80 і 30,37%, ніж у пшеничного борошна відповідно. Збільшення дозування амарантового борошна більш ніж на 60% від загальної маси борошна недоцільно, так як показник БЦ знижується.

Відомо, що зтехнологічної точки зору обґрунтоване дозування амарантового борошна до 20% від загальної маси суміші з пшеничного борошна [35, 42]. Білок даної суміші характеризується значенням БЦ на 11,69% більшою, ніж у пшеничного борошна, але на 5,30% меншим, ніж у амарантового борошна. Для виробництва виробів з високою біологічною цінністю доцільно дотримуватися співвідношення борошна амарантового і пшеничного в інтервалі від 10:90 до 60:40. Подальше збільшення показника БЦ білка може

бути досягнуто за рахунок введення в борошняну суміш інших високобілкових інгредієнтів.

### **3.3. Дослідження впливу амарантового борошна на фізико-хімічні показники суміші пшеничного і амарантового борошна**

Фракційний склад борошна з насіння амаранту суттєво відрізняється від пшеничного борошна. Більша частина білків (50...70 %) складається з альбумінів та глобулінів, менша частина містить проламіни та глютеліни [5]. Тому додавання борошна з насіння амаранту має суттєво впливати на формування структурно-механічних властивостей тіста для крекерів.

З метою з'ясування впливу додавання амарантового борошна на технологічний процес та якість виробів із крекерного тіста готували суміші з пшеничного борошна з заміною його 20, 30, 40, 60% амарантовим борошном. Контролем був зразок з пшеничного борошна без додавання амарантового борошна.

Вологість борошна, яке використовують для виготовлення борошняних кондитерських виробів має велике значення як при зберіганні, так і при приготуванні з нього виробів із крекерного тіста. За стандартом борошно складається 14,5% і не повинно перевищувати 15%. На цю вологість розраховані всі рецептури борошняних кондитерських виробів. У борошні з підвищеною вологістю створюються сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів і зараження борошняними шкідниками. При випіканні з такого борошна вихід виробів буде знижений, крім того при використанні борошна з підвищеною вологістю норма витрати борошна збільшується.

Дослідження зміни вмісту вологи в суміші амарантового і пшеничного борошна в залежності від процентного вмісту в ній амарантового борошна наведено на рис.3.3.

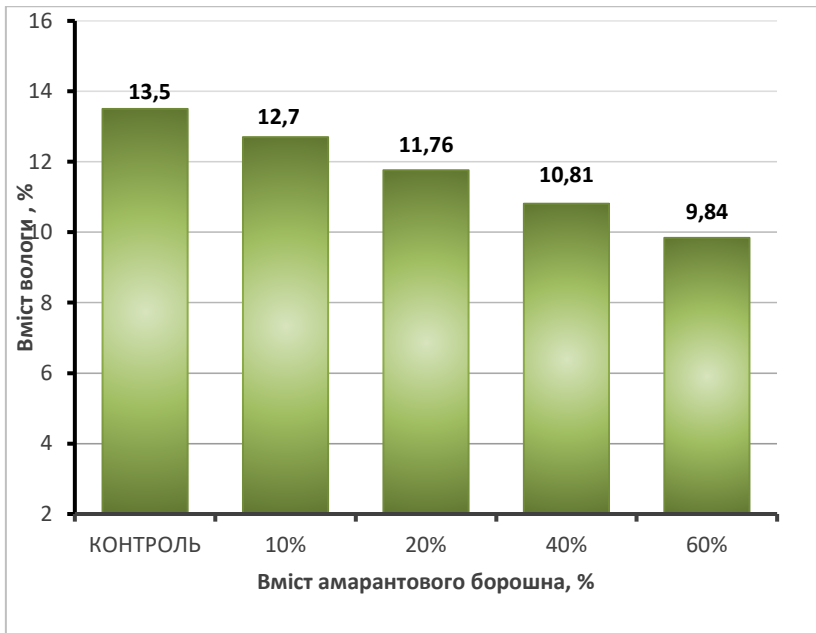


Рис. 3.3. Динаміка зміни вмісту вологи в залежності від відсоткового вмісту амарантового борошна в суміші

Встановлено, що вміст вологи в суміші пшеничного і амарантового борошна зменшується в залежності від процентного вмісту амарантового борошна.

Дослідження зміни водоутримуючої здатності сумішей борошна з частковою заміною пшеничного борошна на амарантове представлено на рис 3.4.

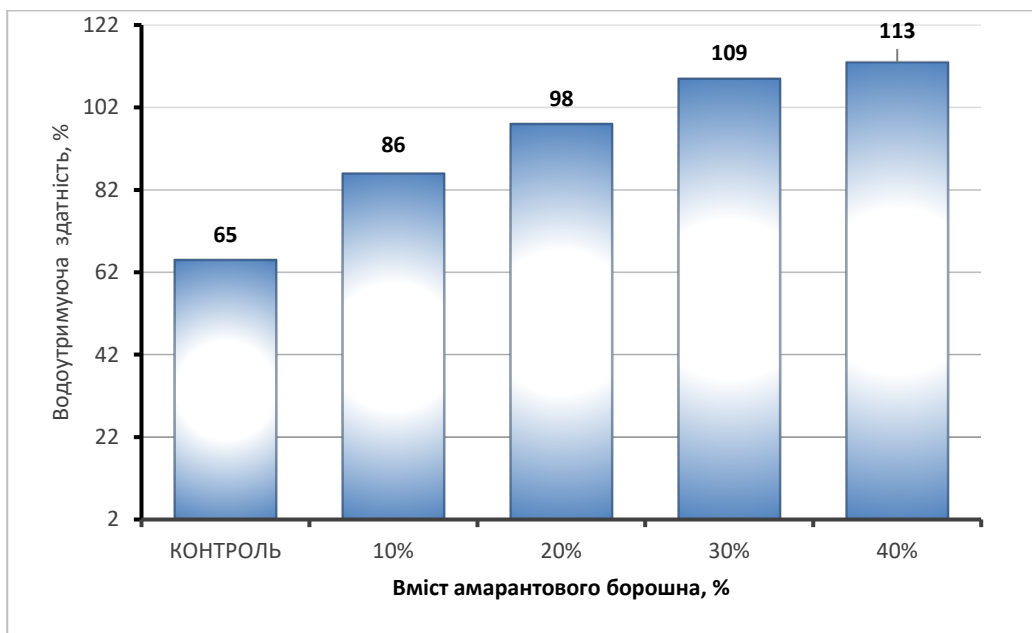


Рис. 3.2. Динаміка зміни водоутримуючої здатності в залежності від вмісту вівсяного борошна.

На водоутримуючу здатність борошна впливає крупність помелу борошна і вміст гідрофільних колоїдів (білків, крохмалю, слизу, геміцеллюлоз).

Водоутримуюча здатність амарантового борошна вище у 2,3 рази, ніж пшеничного борошна, що обумовлено підвищеним вмістом гідрофільних білкових речовин, полісахаридів.

Висока здатність утримувати воду збільшує вихід виробів з крекерного тіста, покращує текстуру тіста, збільшує термін зберігання. Амарантове борошно можна розглядати як додаткове джерело білкових речовин при розробці нових видів кондитерських виробів.

Дослідження жирутримуючої здатності сумішей борошна пшеничного і амарантового представлено на рис 3.3.

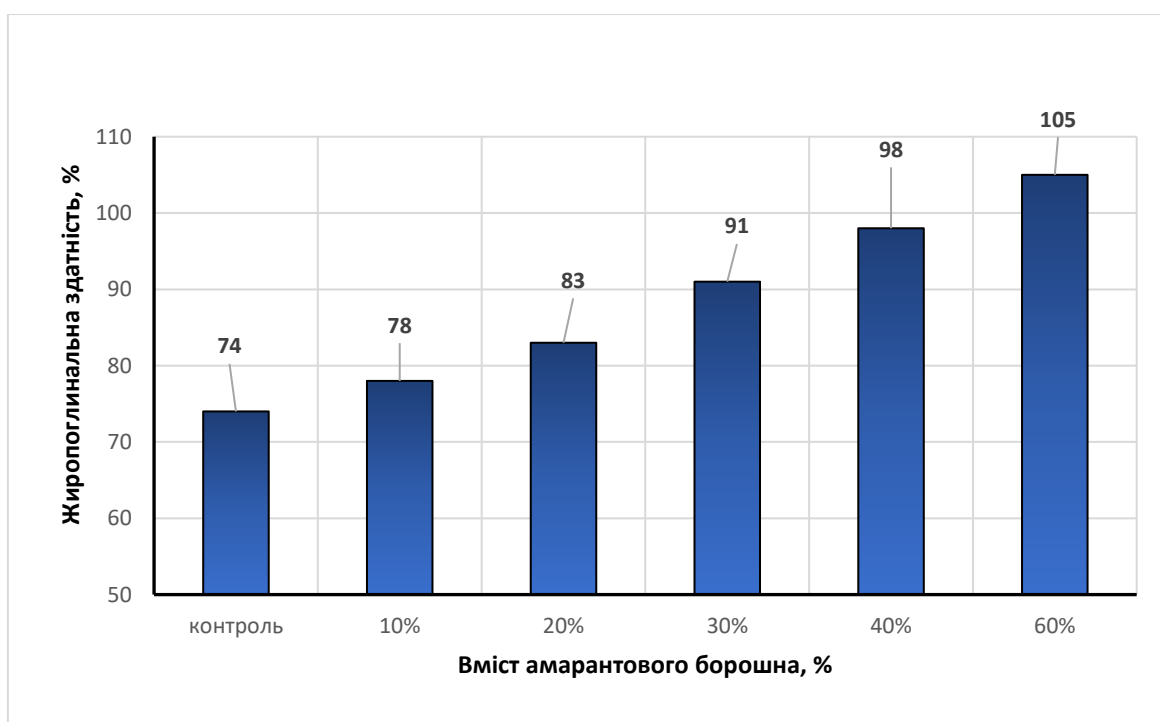


Рис. 3.3. Динаміка зміни жирутримуючої здатності в залежності від вмісту амарантового борошна в суміші

Результати дослідження жирутримуючої здатності показують, що амарантове борошно зв'язує і утримує жир краще, ніж пшеничне борошно, що обумовлено більш тонким помелом та структурою, яка дозволяє пов'язувати і утримувати жир.

Результати визначення кислотності борошна представлені в таблиці 3.4.

### Функціонально-технологічні показники борошна

Показник	Борошно пшеничне	Вміст амарантового борошна, %			
		10	20	40	60
ВУЗ, %	65,5±1,1	86,2±0,5	98,5±0,5	113,5±0,5	115,0±0,5
ЖУЗ, %	73,9±0,5	77,6±0,5	83,5±0,5	91,5±0,5	105,5±0,5
Кислотність, град	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2

Аналіз отриманих даних (табл. 3.3) показав, що збільшення частки заміни борошна пшеничного на амарантове не впливає на кислотність суміші борошна.

Кислотність борошна, залежить від присутності в ній кислих солей фосфорної кислоти, органічних кислот, і здатності білків борошна отриманого з цільних зерен пов'язувати кількість луку.

#### **3.4. Дослідження властивостей клейковини сумішей борошна та тіста з них.**

У доступній науково-технічній літературі відсутня інформація про вплив амарантового борошна на властивості пшеничного борошна, тому подальші дослідження були спрямовані на дослідження властивостей клейковини таких сумішей і тіста з них.

В якості моделі для виявлення впливу дозування амарантового борошна на силу пшеничного борошна використовували суміш борошна пшеничного, води і амарантового борошна в дозуванні 10, 20, 30 і 40% від загальної маси борошна.

Оскільки в складі амарантового борошна переважають водо- і солерозчинні білки, то в міру збільшення його дозування в борошняній суміші кількість сирової клейковини повинно закономірно зменшуватися рис.3.4.

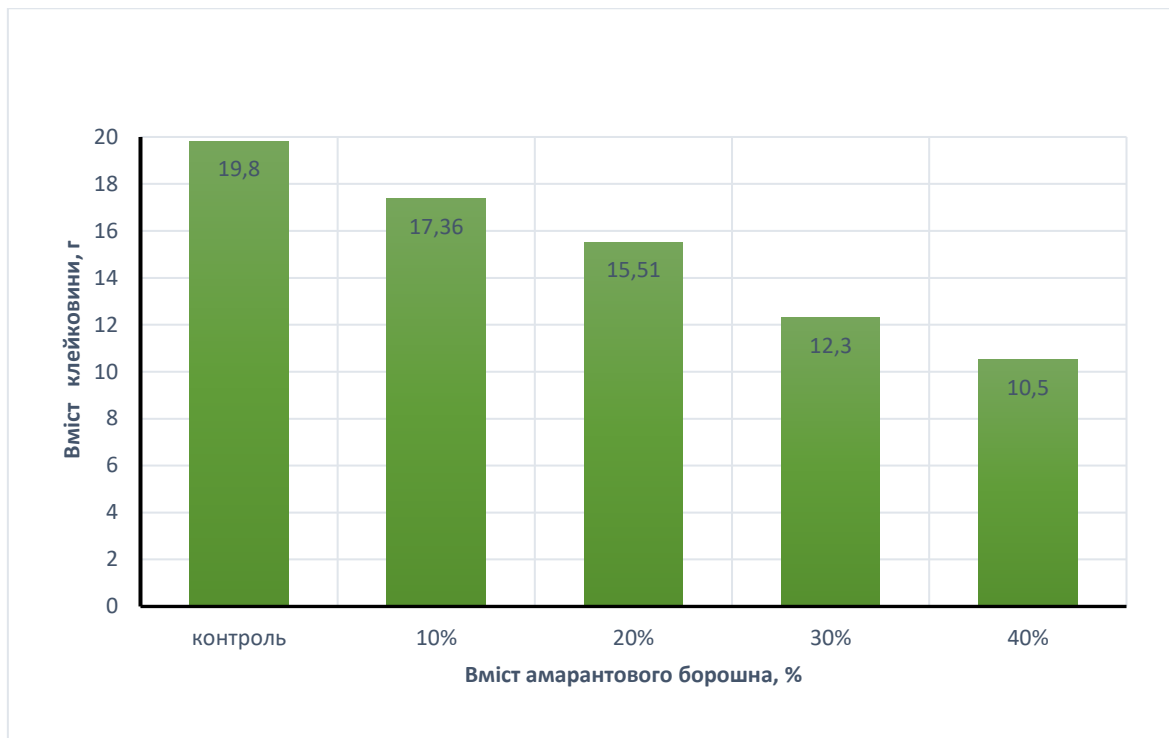


Рис. 3.4. Вплив дозування амарантового борошна на кількість клейковини

На практиці дану закономірність спостерігали лише при дозуваннях амарантового борошна менше 20% від загальної маси борошна. При його дозуванні від 20 до 40% від загальної маси борошна відзначено різке зниження маси сирої клейковини.

Зменшення вмісту сирої клейковини зі збільшенням частки амарантового борошна в суміші з пшеничним обумовлено характерною особливістю білків борошна амаранту і відсутністю в них клейковини фракцій.

Відзначено також, що клейковина, яку відмивають із суміші пшеничного і амарантового борошна має більш темний колір і в міру збільшення дозування амарантового борошна стає менш еластичною і легко рветься. Дана залежність відзначалася також в дослідженнях інших авторів і може бути обумовлена утворенням сорбційних, іонних, водневих та інших зв'язків в білкової матриці внаслідок специфічних властивостей білків амаранту.

#### **3.4. Дослідження реологічних характеристик крекерного тіста з використанням амарантового борошна**

Реологія визначається як наука про деформації і течії речовини і описує в основному матеріальні властивості рідких і напівтвердих матеріалів. Реологія дозволяє управляти структурно-механічними властивостями і якістю кінцевого продуктів шляхом підбору і зміни режимів технології, способів механічного впливу на різних стадіях замісу тіста. Отримання виробів пов'язано з переробкою дисперсних систем і формуванням коагуляційних, змішаних і конденсаційно-кристалізаційних структур.

Тісто відноситься до групи пластичних тіл і займає проміжне становище між ідеально пружним тілом і істинно в'язкою рідиною. В'язкість є одним з факторів, що контролюють остаточний об'єм виробів. крєкерне тісто за реологічними властивостями належить до тиксотропних неньютонівських систем, від пшеничного тіста відрізняються підвищеною в'язкістю.

Часткова заміна пшеничного борошна на амарантове борошно впливає не тільки на властивості тіста, але і на готові вироби.

При вивченні впливу вмісту амарантового борошна на структурно-механічні властивості крєкерного тіста, було використано різний процентний його вміст табл. 3.5

Зразки готували згідно рецептурою крєкеру «Ніжний» з пшеничного борошна. Борошно амаранту вносили у кількості 10, 20 ,30 ,40% від маси пшеничного борошна. У разі збільшення масової частки амарантового борошна адгезійна міцність тіста зменшується на 23% порівняно з контрольним зразком. Визначено вплив борошна маранту на граничну напругу зсуву крєкерного тіста ( $\tau_c$ , кПа).

Таблиця 3.5

### Структурно-механічні властивості крєкерного тіста

Показник	Контрольний зразок	Масова частка борошна амаранту, %			
		10	20	30	40
Адгезійна міцність $\tau_c$ , кПа	2,25	3,12	3,37	3,42	3,51

Напруга зсува Т, кПа	1,72	1,71	1,69	1,65	1,62
----------------------	------	------	------	------	------

Тісто з амарантового борошна не утворює клейковини. При замішуванні тіста з амарантовим борошном білкові речовини полісахариди, амарантового борошна набухають і поглинають значні кількості вологи, тісто стає менш пластичним і володіє меншою в'язкістю, розріджується в порівнянні з контрольним зразком.

Тому додавання амарантового борошна у кількості більшій 20 % не рекомендується. Можна припустити, що відмінності знаходяться в біохімічному комплексі амаранту.

### **3.5. Оптимізація складу крекерного тіста з використання амарантового борошна**

Співвідношення рецептурної кількості борошна та водної фази, що вносять, істотно позначається на органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних показниках якості виробів та харчовій цінності, зокрема, енергетичній. Визначення оптимального рецептурного складу тіста з метою досягнення необхідної якості готової продукції — складне технологічне завдання і його потрібно вирішувати на основі сучасних методів дослідження, до яких, у першу чергу, відносяться методи активного планування експерименту та математичного моделювання.

Беручи до уваги складність взаємозв'язків між вхідними (складовими рецептури) та вихідними (показником якості) змінними готового продукту, що не дає повною мірою використати основні фізико-хімічні закони та певну невизначеність параметрів сировини, що буде перероблятися, дослідження розробки рецептури доцільно будувати на основі регресійних співвідношень. Використання такого підходу дає змогу знайти співвідношення між вхідними та вихідними змінними розроблюваного, продукту які у середньому правильно



відтворюють ці залежності. Крім того, за рахунок використання сучасної теорії планування експерименту, що полягає у проведенні цілеспрямованих дослідів, можна зменшити кількість експериментів та скоротити загальний термін проведення досліджень. Загальне розв'язання цієї проблеми складається з двох етапів: на першому — шляхом проведення цілеспрямованих експериментів знаходять об'єктивні залежності між компонентами рецептури готового продукту і значеннями показника якості (питомий об'єм виробу). Визначення цих залежностей допомагає одержати математичну модель процесу. Здобута модель дає перше уявлення щодо наявності зв'язків між вхідними (рецептура) та вихідними (показником якості) параметрами продукту, що розробляється. На другому етапі досліджень шляхом використання методів оптимізації, на основі здобутої математичної моделі, знаходять значення рецептури майбутнього продукту, які допомагають максимально наблизитись до бажаних значень показників якості продукту. На останньому етапі остаточно перевіряють одержані параметри розроблені рецептури на відповідність встановленим показникам якості і, при необхідності, проводять коригування. У більшості випадків це необхідно для уточнення органолептичних показників, тому що вони при побудові математичної моделі визначаються суб'єктивно і можливі певні відхилення остаточних показників якості порівняно з початковими вимогами. Технологічний процес створення креккерного тіста визначається двома вхідними змінними, які відображають рецептуру, та показником намочуваності печива який визначає якість готового продукту. Метою побудови математичної моделі є знаходження відповідних аналітичних залежностей між вхідними та вихідними показниками готового продукту [53]. Використання методів активного планування проведення експериментальних досліджень при створенні математичної моделі може істотно зменшити обсяг проведення експериментальних досліджень. При створенні рецептури у якості вхідних змінних були використані наступні величини:  $x$  — кількість внесеного амарантового борошна,  $y$  — кількість жирової емульсії. Ці дані були відібрані

шляхом аналізу певних літературних джерел та експериментальних даних. Також на основі аналізу показником якості тіста було обрано показник намочуваності -  $z$ . Для опису залежностей між вихідними змінними і вхідними параметрами була обрана квадратична модель виду:

$$z(x, y) = a_1 + a_2 \cdot x + a_3 \cdot y + a_4 \cdot x^2 + a_5 \cdot y^2 + a_6 \cdot x \cdot y,$$

де  $a_1$ – $a_6$  – коефіцієнти математичної моделі. Використання даної моделі виду дає змогу знайти, у певному розумінні, найкращі сполучення щодо показників технологічного процесу відносно до показників якості. Згідно із загальною теорією проведення експериментальних досліджень для визначення коефіцієнтів моделі шляхом проведення повного факторного експерименту необхідно побудувати таблицю дослідів. У цій таблиці відтворюються всі можливі сполучення між вхідними змінними, які можуть приймати три різних значення. План експерименту наведено в додатку А.

В якості вхідних змінних використовуються кодовані значення які знаходяться з виразу

$$X(x) = \frac{(X_{\max} + X_{\min}) / 2}{(X_{\max} + X_{\min}) / 2}$$

$$Y(y) = \frac{y - (X_{\max} + X_{\min}) / 2}{(X_{\max} + X_{\min}) / 2}$$

За допомогою перетворення діапазон вхідних змінних дорівнює  $(-1 \text{ — } 1)$  і дає змогу швидко попередньо оцінити вагомість коефіцієнтів математичної моделі.

Після визначення таблиці експерименту на її основі створюється матриця експерименту  $F$ , яка враховує обраний вид математичної моделі і використовується для подальших розрахунків. У кожній точці експерименту проводилось не менше двох вимірювань з метою зменшення впливу похибок вимірювання і для подальшого обчислення коефіцієнтів моделі брали середнє значення проведених вимірювань.

Коефіцієнти моделі визначали:

$$\mathbf{a} = (\mathbf{F}^T \mathbf{F})^{-1} \mathbf{F}^T \mathbf{Y},$$

де  $\mathbf{Y}$  – матриця даних експерименту.

Визначені коефіцієнти математичної моделі для кодovаних вхідних змінних мають наступні значення

$$\mathbf{a} = (7,28; 0,283; 0,03; -0,102; -1,17; -0,1)$$

Здобуті коефіцієнти не мають істотної різниці за величиною і тому для подальшого дослідження доцільно їх усі враховувати.

Метою подальшого дослідження є знаходження таких значень величин  $X$  та  $Y$ , за яких показник якості  $Z$  буде досягати свого найбільшого значення на всій можливій множині зміни вхідних параметрів.

Для знаходження цих значень буде використана функція Maximize математичного пакета MATHCAD [6], що обчислює функцію за формулою

$$Z(x, y) \rightarrow \max_{x, y \in \Omega},$$

де  $Z(x, y)$  – загальний критерій якості,  $\Omega$  – множина дозволених значень  $X$  та  $Y$  щодо використаного критерію.

За проведеними розрахунками було встановлено, що найкращі значення кодovаних змінних рецептури дорівнюють  $X = 0,139$ ;  $Y = 0,008$ .

Натуральні значення рецептури мають наступні показники:

$$x = 32 \% ; y = 68 \% .$$

Слід зазначити, що точність визначення параметрів рецептури значною мірою обумовлені значенням та стабільністю окремих її компонентів. Тому якщо середненні технологічні показники значення компоненті рецептури, що надходять на переробку, можуть дещо відрізнятись від значень, що використовувалися при розробці та дослідженнях математичних моделей.

Тому доцільно провести ще додаткові досліди, з різними партіями продуктів з метою уточнення коефіцієнтів математичної моделі для певної групи виробників і на цій основі визначити рекомендації щодо значень рецептури.

Після проведення додаткових експериментів остаточні значення рецептури можна рекомендувати наступними значеннями:  $X_1=18\%$ ,  $X_2=72\%$ .

Максимальне значення намоочуваності, що розраховано програмою, дорівнює  $Y=7,3$  (см<sup>3</sup>/г).

Модель у натуральних значеннях має вид

$$Z(x,y) = -11,170 + 0,194 \cdot x + 423 \cdot y - 2,542 \cdot 10^{-3} \cdot x^2 - 2,917 \cdot 10^{-3} \cdot y^2 - 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot x \cdot y$$

Як свідчать результати оптимізації, вироби із крекерного тіста з використанням амарантового борошна мають наступні інтервали оптимізаційних параметрів 20 % — заміна пшеничного борошна на амарантове борошно із відповідним кількісним співвідношенням рецептурних компонентів, тобто  $x = 18$ , а  $y = 72$ , допомагає одержувати найкращий показник намоочуваності готових виробів.

Встановлено раціональні концентрації рецептурних компонентів, що дало змогу розробити рецептурний склад нового продукту із крекерного тіста з визначеними показниками. Установлено, що оптимальна концентрація амарантового борошна в рецептурі — 18%, а жирова емульсія 71%.

### **Висновки до розділу 3**

Виконано комплекс експериментальних досліджень, на підставі яких встановлено можливість спрямованої модифікації функціонально технологічних властивостей амарантового борошна і рекомендувати її для виробництва борошняних кондитерських виробів функціонального призначення.

Встановлено, функціонально-технологічні властивості амарантового борошна : водоутримуюча здатність  $98,2 \pm 0,5\%$ , жирутримуюча здатність  $57,6 \pm 0,3\%$ ; кислотність 4,3...4,8 град..

Водоутримуюча здатність амарантового борошна вище у 3,2 рази, за рахунок зростання контакту з водою, ніж пшеничного борошна, це обумовлено підвищеним вмістом білкових речовин, полісахаридів, харчових волокон.

Висока здатність утримувати воду дасть можливість збільшити вихід виробів з крекерного тіста, та збільшити термін зберігання нових видів кондитерських виробів.

Дослідження структурно-механічних властивостей крекерного тіста показало, що можлива часткова (до 20%) заміна пшеничного борошна на амарантове зі збереженням структури і якості готових виробів. Відповідно до статистичної обробки даних, то оптимальним процентним вмістом амарантового борошна в суміші – 18%

## **РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВИРОБІВ ІЗ КРЕКЕРНОГО ТІСТА З ВИКОРИСТАННЯМ АМАРАНТОВОГО БОРОШНА**

### **4.1. Розробка рецептури та технологічної схеми виробництва виробів з крекерного тіста**

Технологія виробництва крекерів схожа з технологією зтяжного печива. Рецептури крекерів відносно бідні на жир і практично не містять цукру. У класичному розумінні крекер - це солоний борошняний продукт, з добре піднятою структурою і розвиненими шарами, дуже часто поверхня покрита олією або спеціальним жиром.

Крекерне тісто готують звичайним або опарним методом (другий метод більш тривалий, та потребує великих виробничих площ, на сьогодні зустрічається рідко).

Звичайний метод - замішування всіх компонентів відразу з використанням хімічних розпушувачів, після замісу крекерне тісто вилежується для зняття в ньому механічної напруги і розслаблення набряклою і зтягнутою клейковини (якщо цього не зробити, підвищується твердість кінцевого продукту, псується форма готових виробів і т.д). Готове розслаблене тісто кілька разів розкочується і складається (тобто ламінується) для надання шаруватості готовому крекеру і дбайливо розкочується для надання йому необхідної товщини.

Тістові заготовки формуються роторним методом. Ротор для крекеру не тільки формує край і візерунок готового продукту, але і дірочки, які просто необхідні для форм більшого розміру (інакше в процесі випікання волога не встигне вчасно випаруватись і вийде "подушка" в центрі крекеру).

Випікання крекеру проводиться в печах безперервного або дуже рідко періодичної дії. Випікання печива на відміну від випікання хліба є комбінованим процесом випікання - сушіння. Спочатку відбувається процес випікання (I і II періоди), коли тістова заготівля інтенсивно прогривається, відбувається розкладання розпушувачів, випаровування вологи з поверхні, часткова міграція вологи з поверхні всередину крекеру та ін.

У III періоді відбувається сушка крекеру (міграція вологи від внутрішніх шарів до поверхневих), утворення кольору, характерного для випікання (відбуваються процеси карамелізації, меланоєдиноутворення, часткового розкладання вуглеводів та ін). Час випікання залежить від маси і товщини крекеру. Режим випікання крекеру відрізняється від зтяжного печива більш інтенсивним прогриванням тістових заготовок, зміщенням температурного максимуму з третьої зони ближче до другої.

Після випікання перед пакуванням крекер охолоджується в охолоджувальних камерах або мимовільно на системі відкритих подовжених транспортерів.

Метою даного етапу досліджень була розробка технології і рецептури крекерного тіста та виробів з нього (таблиця 4.1), що забезпечують високу поживну цінність готового продукту.

Таблиця 4.1.

### Рецептура крекерного тіста

Назва сировини та напівфабрикату	Маса сухих речовин, %	Контроль крекер "Ніжний"	Вміст амарантового борошна, %		
			10	15	20
Борошно пшеничне	85,5	723,0	650,7	614,55	578,4
Амарантове борошно	86,2	-	72,3	108,45	144,6
Маргарин	84,0	160,0	160,0	160,0	160,0
Цукор	99,85	55,0	55,0	55,0	55,0
Інертний сироп	70,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Ячмінно-солодовий екстракт	78,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Сіль	96,5	5,0	5,0	5,0	5,0
Розпушувач	25,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Всього					1000

Для приготування виробів з крекерного тіста за основу використана традиційна технологічна схема (рис. 4.1) і рецептура (таблиця 4.1).

Крекер "Ніжний" як і всі крекери на розпушувачах готується швидко. Заміс проводять в одну або кілька стадій, в залежності від твердості жиру і в якому вигляді вносять розпушувачі і поліпшувачі. Тривалість замісу 15...30 хв, тісто має бути теплим, зтягнутим і одночасно пластичним. Після замісу тісто має вилежатися 30..60 хв для зняття механічної напруги в клейковиною (інакше крекер буде більш твердий).

Технологія приготування крекерного тіста не була змінена, тому що основний принцип утворення шаруватості однаковий, як і для контролю, так і для виробів з використанням амарантового борошна.

Готове тісто має бути рівномірним, без грудочок, добре вимішене. Вологість тіста 16-...8% З колоїдно-хімічної точки зору основою даної технології є драгледоподібна дисперсна система, що виникає в процесі замішування тіста і що складається зі складного комплексу - білків, вуглеводів, ліпідів. Так само важливими технологічними властивостями тіста є водоутримуюча здатність борошна і жирутримуюча здатність. На якість виробів також впливає тривалість замішування тіста.

Завершальною стадією технологічного процесу є утворення кінцевої структури, тобто випікання виробів, що має забезпечити високі споживчі властивості.

Випікання крекерів. Процес випікання супроводжується складними фізико-хімічними змінами, що відбуваються під впливом високої температури печі. Від правильно проведеного випікання в значній мірі залежить якість готових виробів. При випіканні відбувається процес тепло- і вологообміну заготовки тіста з пароповітряного середовища печі. Основне призначення процесу випікання - видалити з тіста більшу частину вологи. При цьому різко змінюються структурно-механічні властивості підготовленої заготовки тіста. Вона набуває твердість і пористості, поверхня її забарвлюється. Під впливом високої температури печі напівфабрикат швидко прогрівається. Однак, незважаючи на порівняно невелику його товщину, зовнішні і внутрішні шари прогріваються неоднаково. Так, температура поверхневого шару приблизно через 60 с. досягає вже 100 ° С, а температура внутрішнього шару тіста - всього 70° С. До кінця випікання температура поверхневого шару становить 170...180 ° С, а всередині заготовки температура перевищує 100 ° С. Тривалість випікання становить для різних видів виробів (в хв): для цукрового, зтяжного печива, більшості крекерів 4...5. У сучасних печах процес випікання може бути скорочений до 2...3 хв. рис 4.1.





а)

б)

в)

г)

Рис.4.1. Зразки крекери. А – контроль; б – з вмістом амарантового борошна – 10%, в – 15%; г – 20%

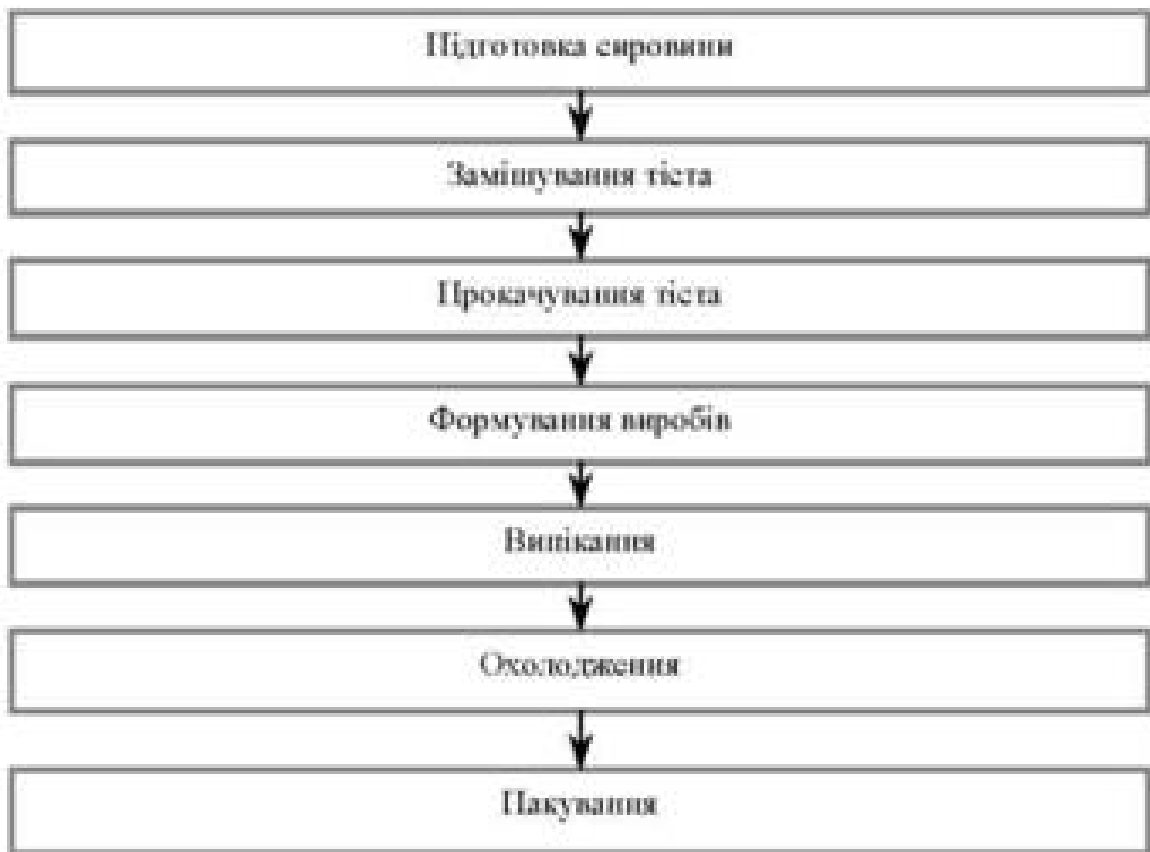


Рис. 4.2 Технологічна схема приготування крекери

#### 4.2. Дослідження фізико-хімічних показників якості виробів з крекерного тіста з використанням борошна амаранту

Намочуваність виробів характеризує їх здатність до поглинання рідини протягом певного проміжку часу (таблиця 4.2). для визначення намочуваності використовували зразки однакової форми і розміру.

Таблиця 4.2

**Намочуваність зразків крекерів з використанням амарантового борошна**

Найменування	Намочуваність, %
Контроль на пшеничному борошні	143
Крекер ( з вмістом амарантового борошна 10 %)	142
Крекер ( з вмістом амарантового борошна 15 %)	140
Крекер ( з вмістом амарантового борошна 20 %)	139

Використовуване амарантове борошно неоднорідне по гранулометричному складу, містить велику кількість великих часток, що впливає на структуру виробів.

Досліджувані зразки крекерів при використанні амарантового борошна мають нижчу на 0,5...2,8% намочуваність, що відповідає вимогам ДСТУ

Заміна пшеничного борошна амарантовим борошном дозволяє підвищити харчову цінність виробів, так як амарантове борошно має високий вміст мінеральних речовин, білків, жирів і вітамінів.

#### **4.4 Розроблення рецептур крекерів із застосуванням принципів системи управління безпечністю харчових продуктів**

Аналіз ризиків та критичних контрольних точок (НАССР) – це система управління безпечністю харчових продуктів, яка визнана в міжнародному співтоваристві з безпечністю харчових продуктів як загальносвітові рекомендації щодо контролю за небезпеками, пов'язаними з харчовими продуктами [62]. Публічно відкрита для харчової промисловості ця система була у 1971 році. Підхід НАССР також був закріплений у законодавстві багатьох країн, включаючи Регламент ЄС про гігієну харчових продуктів (ЄС № 852/2004). Підхід до управління безпечністю харчових продуктах на засадах НАССР законодавчо закріплений у США, Канаді. Відповідно до Глави 4 "Санітарні та фітосанітарні заходи", Україна повинна запровадити еквівалентну європейській систему контролю за якістю та безпечністю харчової продукції. Вона є обов'язковим для впровадження операторами ринку (виробниками) з вересня 2017 року [64]. Відповідно до реформування законодавства у сфері безпечністю харчових продуктів, у 2015 році в Україні ухвалено Закон "Про основні принципи та вимоги до безпечністю та якості харчових продуктів". Одним з обов'язків для операторів ринку харчових продуктів згідно з даним законом є розробка, введення в дію та застосовування постійно діючих процедур, що засновані на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках. Детальні роз'яснення з приводу застосовування системи НАССР операторами ринку харчових продуктів регламентовані вимогами щодо розробки, впровадження та застосовування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР), затвердженими наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України. Даний наказ надає настанови стосовно впровадження системи НАССР включаючи розроблення програм-передумов та безпосередньої розробки постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи аналізу небезпечних факторів та

контролю у критичних точках. Гармонізація українського харчового законодавства із європейським полягає не лише у зміні підходів до системи управління безпечністю харчовими продуктами, а й у принципово нових підходах до перевірок підприємств. Так, наказом Міністерства аграрної політики і продовольства регламентовані вимоги до акту складеного за результатами аудиту щодо додержання операторами ринку вимог законодавства стосовно постійно діючих процедур, що засновані на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках. Таким чином, не дивлячись на те, що сертифікація системи НАССР є добровільною, перевірки з боку контролюючих органів будуть відбуватися саме щодо її дотримання. Законодавством встановлено, що остаточно перехід на запровадження системи НАССР повинен завершитися у вересні 2019 року, саме тому, обрана тема дослідження є досить своєчасною. Зважаючи на той факт, що органічне виробництво визнається як виробництво безпечних продуктів, мінімізація ризиків для такої продукції є особливо важливою. Ця продукція коштує значно дорожче, і споживачі упевнені у тому, що безпечніша. Зауважимо, що концепція НАССР передбачає заходи, що забезпечують необхідний рівень показників безпеки продукції в процесі її виробництва [73]. Система є універсальною, оскільки її можуть використовувати постачальники сировини, виробники товарів, оптові споживачі продуктів; є рентабельною, тому що спрямовує ресурси в критичні точки виробництва, зменшує ризик виробництва та реалізації небезпечного продукту [74]. Тож, основна причина широкого поширення системи НАССР – можливість управління безпекою харчових продуктів та запобігання випадкам отруєння їжею [72]. Вищевикладене зумовлює актуальність запровадження підходу до управління безпеки харчових продуктів саме за системою НАССР. Вибір об'єкта дослідження ґрунтується на основі даних про те, що попит на органічні кондитерські вироби стрімко зростає. Так, у США особливої популярності набирають органічні кондитерські вироби Justin's Organic Peanut, Butter Cups, TruJoy Sweets, Organic Original Fruit Chews, а

також вироби на основі екологічно-чистого меду . Науковими дослідженнями встановлено, що органічні харчові продукти є значною складовою ринку продовольства в Чеській Республіці, а попит на кондитерські вироби щорічно зростає. Опитування 1000 польських споживачів показало, що переконані, у тому, що органічні продукти є кориснішими для здоров'я, більш екологічними та смачнішими, ніж звичайні продукти харчування. Вважається, що органічні продукти викликають більше довіри, мають кращу якість, підлягають більш суворому контролю, ніж ті, які виробляється традиційним способом [18].

При розробленні нової продукції значна увага зосереджується на органолептичних показниках, оскільки є визначальними для споживача. Окрім того, під час оцінювання органолептичних показників, керувалися вимогами національного стандарту ДСТУ 4803:2007 «Торти і тістечка загальні технічні умови» згідно з яким зовнішній вигляд повинен бути притаманним виробу, поверхня рівномірною та пропеченою, форма різноманітна, але без зламів. Оцінювання продукції за органолептичними показниками детально описано у джерелі [19]. Отже, за органолептичними показниками розроблені зразки відповідають ДСТУ 4803:2007 «Торти і тістечка загальні технічні умови» і можуть бути високо оцінені споживачами. Проте, важливим етапом під час проведення оцінювання якості новостворених виробів є дослідження фізико-хімічних показників. З огляду на це, була визначена вологість створених виробів, яка складала  $8 \pm 2$  % для крекери « Амарант 10%». Такий показник допускаються для тістечок. Харчова та енергетична цінність – важливі показники для споживачів. Борошняні кондитерські вироби характеризуються високою часткою вуглеводів та відносно низькою – білків. Одним із способів поліпшення споживних властивостей борошняних кондитерських виробів є розробка нових виробів зі зниженою енергетичною та підвищеною харчовою цінністю на основі використання різних видів нетрадиційної сировини [73]. Так, у якості нетрадиційної сировини для виробництва тістечок було запропоноване борошно амарантове органічне.

Так само, запропоноване борошно органічне відрізняється нижчою енергетичною цінністю на відміну від пшеничного. Результати дослідження харчової та енергетичної цінності наведені у табл. 4.5.

Таблиця 4.5

### Харчова та енергетична цінність

Назва виробу	Білки, г/100г	Жири, г/100 г	Вуглеводи г/100 г	Енергетична цінність, ккал/100 г
Амарант 10%	11,40	15,40	18,41	298,84

Отже, виходячи з даних таблиці 4.5, розроблені крекери відрізняються дещо нижчим вмістом вуглеводів – 50,41 та 55,40 г/100 г відповідно, а також порівняно зниженою енергетичною цінністю за рахунок заміни висококалорійної сировини. Результати розроблення заходів з управління безпечністю при виробництві бісквітів з урахуванням принципів системи НАССР. Слід зауважити, що окрім показників якості, особливого значення набувають показники безпечністі. Саме тому, важливою частиною дослідження є складання плану НАССР з метою управління безпечністю тістечок з органічної сировини. Відповідно до настанов Codex Alimentarius, складання плану НАССР має складатися із послідовних кроків. До підготовчих кроків перед застосуванням системи НАССР можна віднести:

1. Створення групи НАССР.
2. Опис продукту.
3. Визначення передбачуваного способу споживання продукту.
4. Розроблення блок-схеми технологічного процесу.
5. Перевірка блок-схеми технологічного процесу.

Принципи системи НАССР наведено нижче:

Принцип 1. Проведення аналізу небезпечних чинників.

Принцип 2. Визначення критичних точок контролю (КТК).

Принцип 3. Встановлення критичних меж.

Принцип 4. Встановлення системи моніторингу КТК.

Принцип 5. Встановлення коригувальних дій, що мають вживатися коли моніторинг вказує на вихід конкретної КТК з-під контролю.

Принцип 6. Встановлення процедур перевірки для упевненості, що система НАССР працює ефективно

Принцип 7. Розроблення методів документування всіх процедур і ведення записів, пов'язаних із застосуванням цих принципів [114]. На основі розроблених рецептур можна зробити опис продуктів, що передбачено планом НАССР.

Таблиця 4.6

### Аналіз потенційних небезпек

	Етап технологічного процесу	Шифр небезпеки	Опис небезпеки	Обґрунтування небезпеки	Запобіжні заходи
1	Приймання сировини	Б	Контамінація яєць та борошна внаслідок неправильного транспортування мікроорганізмами МА ФАМ, БГКП, Salmonella, Bacillus, Staphylococcus, Listeria Monicytogenes	Здатні викликати харчові отруєння, сальмонельоз, інтоксикацію. Listeria Monicytogenes може викликати викидні у вагітних.	Виконання Програми передумови щодо специфікації і контролю постачальників. Дотримання інструкції приймання вхідної сировини
2	Приймання сировини	Х	Контамінація сировини токсичними (кадмій, свинець, цинк, миш'як, ртуть; афлатоксин В1) елементами та радіонуклідами (цезій, стронцій). Забруднення пестицидами.	Свинець порушує функції нервової та судинної системи, накопичується в організмі Кадмій уражає печінку Миш'як накопичується в організмі, негативно впливає на	Виконання Програми передумови щодо специфікації і контролю постачальників. Наявність сертифікатів, що підтверджують, що сировина є органічною.

	Етап технологічного процесу	Шифр небезпеки	Опис небезпеки	Обґрунтування небезпеки	Запобіжні заходи
				нервову систему. Ртуть впливає на нервову систему, печінку, нирки. Особливо шкідлива для вагітних жінок. Афлатоксин здатен викликати онкологічні захворювання. Радіонукліди накопичуються в організмі та негативно впливають на всі тканини. Пестициди накопичуються у жировій тканині, негативно діють на вагітн	
3	Приймання сировини	Х	Наявність алергенів у сировині	Алергічна реакція у формі риніту, набряку Квінке, анафілактичного шоку.	Зазначення алергенів на маркованні
4	Зберігання сировини	Б	Контамінація яєць та борошна внаслідок неправильного зберігання мікроорганізмами МА ФАМ, БГКП, Salmonella, Bacillus, Staphylococcus, Listeri	Негативні наслідки описані у п 1.	Дотримання режимів та термінів зберігання
5	Зберігання сировини	Б	Забруднення борошна, яєць шкідниками	Токсини, що виробляються унаслідок	Виконання програми передумови



	Етап технологічного процесу	Шифр небезпеки	Опис небезпеки	Обґрунтування небезпеки	Запобіжні заходи
			внаслідок неправильного зберігання – зерновий точильник, зернова міль, комірний довгоносик	життєдвільність і шкідників можуть викликати отруєння	щодо специфікації і контролю постачальників. Дотримання правил вхідного контролю, режимі та термінів зберігання
6	Змішування інгредієнтів	Ф	Потрапляння сторонніх предметів від персоналу, обладнання (пластик, скло, частини металу). Потрапляння сторонніх предметів, з упаковки сипучих продуктів	Під час попадання не гострих предметів менше 1 мм можуть бути неприємні відчуття. Якщо предмети мають більший розмір, можуть виникати ушкодження зубів, ротової порожнини, шлунку, органів дихання	Дотримання інструкції з підготовки сировини. Використання сит для просіювання сипучих предметів. Дотримання програми передумови щодо гігієни персоналу
7	Замішування тіста	Х	Контамінація хімічними сполуками з обладнання (дезінфікуючі засоби, фарби та покриття обладнання)	Токсична дія кислот, які входять до складу дезінфікуючих розчинів	Дотримання інструкції з користування дезінфікуючими засобами. Контроль постачальників обладнання.
8	Заварювання тіста	Б	Контамінація мікроорганізмами у разі недотримання гігієни персоналу Носії назальних секретів S. aureus, люди, інфіковані гепатитом А, або вірусом Норволка, або носії дизентерії, відкриті рани та	Негативні наслідки описані у п.1 Передача вірусних захворювань через продукти харчування	Дотримання програм передумов щодо гігієни персоналу та чистоти поверхонь. Проведення медоглядів. Дотримання інструкцій

	Етап технологічного процесу	Шифр небезпеки	Опис небезпеки	Обґрунтування небезпеки	Запобіжні заходи
			порізи, інфіковані Streptococcus або іншими патогенами		
9	Формування тіста	Ф	Потрапляння сторонніх предметів від персоналу, обладнання (пластик, скло, частини металу). Потрапляння сторонніх предметів, з упаковки сипучих продуктів	Негативні наслідки описані у п 61	Дотримання інструкції з підготовки сировини
10	Випікання тіста	Б	Розвиток стійких мікроорганізмів	Негативні наслідки описані у п.1	Дотримання температурних режимів та термінів випікання
11	Охолодження	Б	Контамінація мікроорганізмами у разі недотримання гігієни персоналу Носії назальних секретів S. aureus, люди, інфіковані гепатитом А, або вірусом Норволка, або носії дизентерії, відкриті рани та порізи, інфіковані Streptococcus або іншими патогенами	Негативні наслідки описані у п.1	Дотримання програм - передумов щодо гігієни персоналу та чистоти поверхонь. Проведення медоглядів. Дотримання інструкції з допуску персоналу.
12	Пакування	Х	Контамінація продукту хімічними сполуками пакувальних матеріалів пластифікатори, друкарська фарба та чорнило	Хімічні сполуки можуть викликати отруєння	Проведення ранжування постачальників пакувальних матеріалів

	Етап технологічного процесу	Шифр небезпеки	Опис небезпеки	Обґрунтування небезпеки	Запобіжні заходи
13	Зберігання	Б	Контамінація мікроорганізмами у разі недотримання гігієни персоналу та чистоти поверхонь – вірусом Норволка, або носії дизентерії, відкриті рани та порізи, інфіковані Streptococcus або іншими патогенами. Розвиток стійких мікроорганізмів	Негативні наслідки описані у п.1	Дотримання режимів та термінів зберігання, дотримання гігієни персоналу та дотримання інструкції миття та дезінфекції поверхонь

Отримані дані можуть слугувати підставою для розроблення не лише крекерів, а й інших борошняних кондитерських або хлібобулочних виробів із застосуванням нетрадиційної сировини. Також отримані дані можуть бути корисними підприємствам кондитерської промисловості для впровадження системи управління безпечністю харчовими продуктами за принципами НАССР. Основним недоліком даного дослідження є відсутність даних щодо жирно кислотного, вітамінного та амінокислотного складу розроблених виробів, що стане подальшим етапом досліджень у цьому напрямку. Суттєвим обмеженням щодо розширення асортименту органічної продукції є її дорога собівартість, яка обґрунтовується необхідністю сертифікації та тривалого переходу на органічне виробництво.

До того ж, проблемою при виробництві запропонованих виробів може стати те, що використана сировина вирощується без дотримання умов безпеки первинного виробництва. Проте, враховуючі сучасні тенденції розвитку екологічного споживання, така продукція може бути представлена на ринку та мати попит.

#### Висновки до розділу 4

1. На підставі отриманих результатів по дослідженню впливу додавання амарантового борошна на технологічні і якісні показники виробів з крекерного тіста встановили, що оптимальною кількістю заміни пшеничного борошна на вівсяне є заміна його на 10%.

2. На підставі отриманих результатів була розроблена технологічна схема виробництва нового виду крекеру з функціональними властивостями – «Амарант». За основу була прийнята затверджена схема виробництва крекеру «Ніжний», відмінність від якої полягає в тому, що частину пшеничного борошна замінили на амарантове.

3. Аналіз органолептичних показників показав, що середня бальна оцінка розробленого зразка не поступається контролю.

4. Отриманий продукт повністю відповідає всім показникам за вимогами нормативно-технічної документації, крім того має підвищену біологічну цінність та функціональні властивості за рахунок біологічно-активних речовин, що містяться у амарантовому борошні.

5. Для гарантування відповідності виробництва нормам безпеки і якості був розроблений план виробництва крекеру «Амарант» за принципами НАССР.

6. Використання нетрадиційної сировини рослинного походження для виробництва борошняних кондитерських виробів дає можливість отримати продукцію з багато-функціональними властивостями. Результати досліджень показали доцільність застосування амарантового борошна у розширені нового асортименту крекерів підвищеної смакової, харчової та біологічної цінності