

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет Технології виробництва і переробки продукції тваринництва
Кафедра Харчових технологій

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр
бакалавр, магістр

на тему: **«ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕЧИВА ДОДАВАННЯМ
СУМІШІ БОРОШНА З ПОДОРОЖНИКА ТА НУТУ»**

Виконав: здобувачка вищої освіти
за освітньо-професійною
програми Харчові технології
назва освітньо-професійної програми
спеціальності 181 Харчові технології
код та найменування спеціальності
ступеня вищої освіти бакалавр
бакалавр, магістр

групи 181 ХТ

Велика О.П.

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: Сукманов В.О.

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: Поліщук А.А.

Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2023року

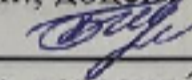
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва
Кафедра харчових технологій

Освітньо-професійна програма Харчові технології

Спеціальність 181 Харчові технології
Ступінь вищої освіти бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри харчових технологій,
к.т.н., доцент

 Ніла БУДНИК
«28» вересня 2022 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Велика Олена Петрівна

1. **Тема роботи:** «Вдосконалення технології печива додаванням суміші борошна з подорожника та нуту».

керівник роботи докт. техн. наук, професор кафедри харчових технологій
(навкове звання, посада, прізвище та ініціали керівника роботи)
Сукманов В.О.

заверджені наказом ПДАУ від
«03» «квітня» 2023 року № «299-ст» 2019 року набору

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «22» «травня» 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Об'єкт дослідження: технологія печива, вдосконалена шляхом додаванням суміші борошна з подорожника та нуту.

2. Дослідити: хімічний склад і функціональні властивості використаного борошна, хімічний склад і фізичні властивості дослідних зразків печива, хімічний склад досліджуваних зразків печива, проаналізувати фізико-технологічні властивості печива, в'язкість зразків тіста, сенсорні характеристики зразків печива.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Розділ 1. Огляд літератури за проблемою досліджень

Розділ 2. Матеріали та методи досліджень

Розділ 3. Результати власних досліджень

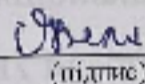
5. Перелік графічного матеріалу: схеми, рисунки, графіки, діаграми за темою та об'єктом дослідження

6. Дата видачі завдання: «26» «вересня» 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

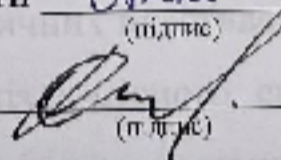
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір і затвердження теми роботи.	26.09.2022 – 02.10.2022	вик.
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	03.10.2022 – 06.10.2022	вик.
3	Опрацювання літературних джерел	07.10.2022 – 07.11.2022	вик.
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	08.11.2022 – 08.12.2022	вик.
5	Виконання теоретичного розділу роботи	09.12.2022 – 09.01.2023	вик.
6	Засвоєння та опробування методик досліджень	10.01.2023 – 15.02.2023	вик.
7	Виконання власних досліджень	16.02.2023 – 16.03.2023	вик.
8	Оформлення тексту роботи	17.03.2023 – 28.05.2023	вик.
9	Попередній захист роботи на кафедрі	29.05.2023 – 04.06.2023	вик.
10	Нормоконтроль та перевірка на плагіат	05.06.2023 – 07.06.2023	вик.
11	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	08.06.2023 – 18.06.2023	вик.
12	Захист кваліфікаційної роботи	19.06.2023 – 21.06.2023	

Здобувач вищої освіти


(підпис)

Олена ВЕЛИКА
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

Валерій СУКМАНОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ керівника)

ВСТУП

Печиво широко популярне як закуска в усьому світі. Обсяг світового ринку печива до 2025 року оцінюватиметься в 44,01 мільярда доларів США, і очікується, що сукупний річний темп зростання становитиме 5,3% протягом прогнозованого періоду. Ємність ринку печива в Україні, у натуральному вираженні, на сьогодні становить біля 200 тис. тонн на рік.

Одним з напрямів підвищення якості даного продукту є використання у його рецептурному складі борошна з інших видів рослинної сировини.

Аналіз наявної науково-технічної літератури дозволив нам висунути гіпотезу про доцільність розробки технології печива, яка передбачала б часткову заміну рафінованого пшеничного борошна на суміш борошна з нуту та з лушпиння насіння подорожника, що дозволить підвищити харчову цінність даного продукту. Суміш борошна нуту та лушпиння насіння подорожника забезпечить поживну цінність продукту завдяки очікуваному покращенню якості білку, а також збільшенню енергетичних показників даного продукту. Тому, в даному дослідженні було реалізовано часткова заміна пшеничного борошна на борошно з насіння нуту та лушпиння насіння подорожника. Враховуючи вище наведене, слід вважати, що дана тема дослідження є **актуальною**.

Мета дослідження – наукове обґрунтування та дослідження технології печива, вдосконаленої шляхом додаванням суміші борошна з подорожника та нута.

Об'єкт дослідження – технологія печива, вдосконалена шляхом додаванням суміші борошна з подорожника та нута.

Предмет дослідження – хімічний склад та функціональні властивості борошна, використаного при приготуванні зразків печива, як кожного вида бороша окремо, так і їх суміші; хімічний склад зразків печива; фізико-технологічні властивості печива; в'язкість зразків тіста; сенсорні характеристики зразків печива.

Для досягнення мети дослідження нами було сформульовані завдання дослідження:

- дослідити хімічний склад і функціональні властивості використаного борошна;
- дослідити хімічний склад і фізичні властивості тіста, використаного для дослідних зразків печива;
- проаналізувати хімічний склад досліджуваних зразків печива;
- проаналізувати фізико-технологічні властивості печива;
- дослідити в'язкість зразків тіста;
- дослідити сенсорні характеристики зразків печива.

Дана робота виконується в рамках бюджетної теми кафедри харчових технологій ДР №0115U006745 «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв» (Розділ «Технології та обладнання субкритичної екстракції біологічно активних речовин з рослинної сировини»).

Результати досліджень представлені у вигляді пояснювальної записки на 62 сторінках та містять 12 рисунків та 5 таблиць. Список використаних джерел містить 95 позицій.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Печиво як продукт харчування

Печиво широко популярне як закуска в усьому світі, оскільки воно забезпечує споживача необхідними поживними інгредієнтами, такими як жири, вітаміни, мінерали та інші необхідні інгредієнти.

Обсяг світового ринку печива до 2025 року оцінюватиметься в 44,01 мільярда доларів США, і очікується, що сукупний річний темп зростання становитиме 5,3% протягом прогнозованого періоду (рис. 1.1). Очікується, що популярність продукту, що зростає, особливо в регіонах, що розвиваються, стане ключовим фактором зростання ринку. Більше того, високий попит на шоколадне печиво в країнах із розвинутою економікою, таких як США, Німеччина та Великобританія, сприятиме подальшому зростанню ринку [1]. За даними «Market Research Report» дана тенденція буде зберігатися до 2030 року [2].

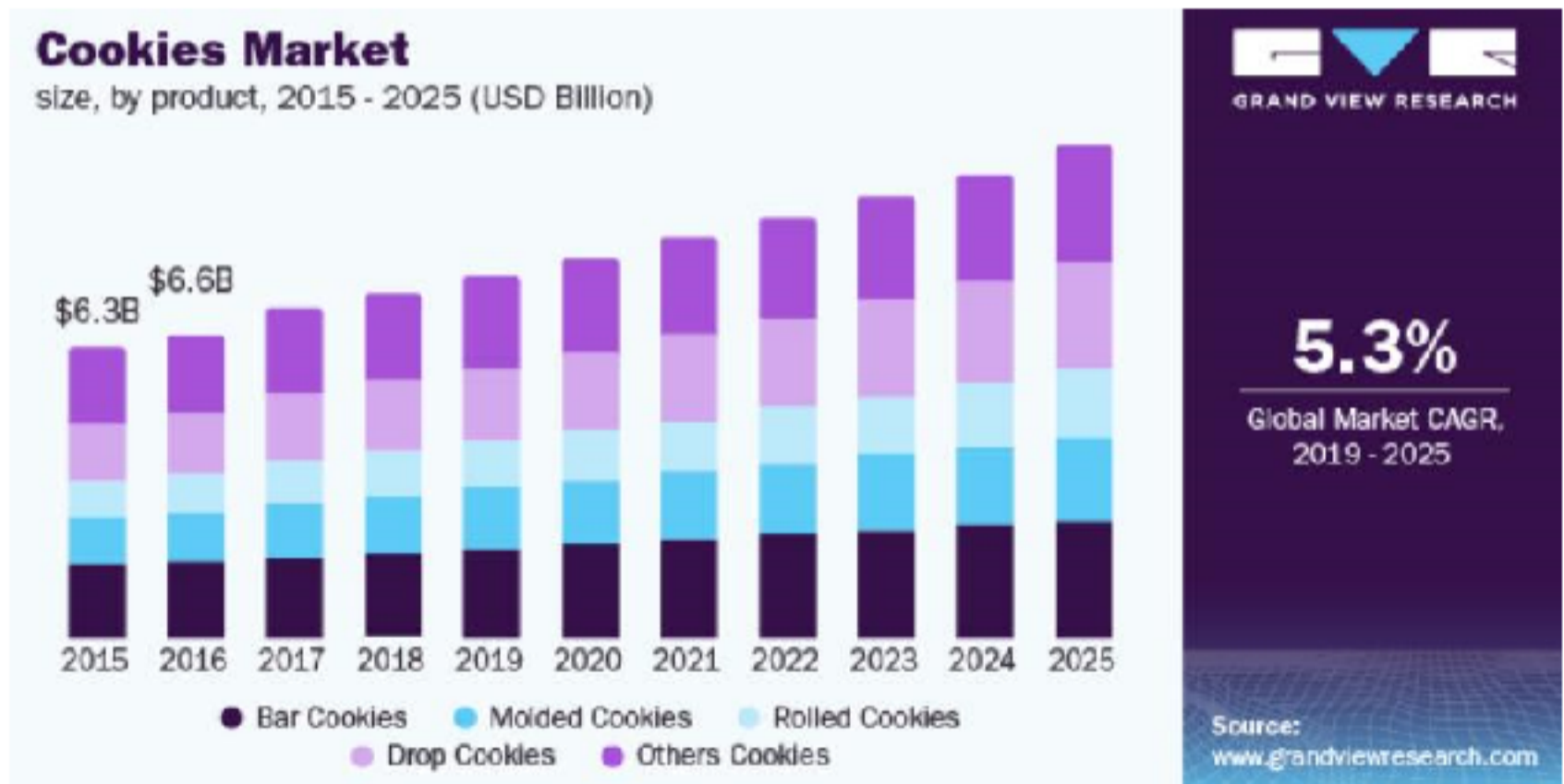


Рис. 1.1. Обсяг світового ринку печива та темпи його зростання до 2025 року [1]

Структура виробництва печива в Україні у 2021 році за видами в натуральному вираженні: 64, 7% - печиво солодке частково чи повністю покриті шоколадом або іншими сумішами, що містять какао; 23,9% - печиво солодке (уключаючи сендвіч-печиво; крім частково чи повністю покритого шоколадом або іншими сумішами, що містять какао); 11,4% - печиво (крім частково чи повністю покритого шоколадом або іншими сумішами, що містять какао, печива солодкого, вафель та вафельних облаток) [3, 4].

По-перше, попит на здоровий спосіб життя впливає на те, чого хочуть споживачі. Зростаючий попит на здорові інгредієнти. Це означає, що виробники повинні змінювати свої рецепти, включати нові інгредієнти та зменшувати вміст цукру та жиру у своїх продуктах.

По-друге, люди також очікують, що ринок реагуватиме на їх зайнятий спосіб життя, надаючи перевагу закусочним упаковкам, які пропонують “швидкий перекус” із меншою кількістю продукції. Це часто одиничні товари, що продаються в кіосках, на заправках та в супермаркетах як швидкий перекус.

По-третє, ринок стає все різноманітнішим. Незважаючи на те, що продукти стають простішими, їх форма, розмір, ароматизатори, наповнювачі та начинка тепер змінюються як ніколи. Ємність ринку печива в Україні, у натуральному вираженні, на сьогодні становить біля 200 тис. тонн на рік [3, 4].

У ДСТУ 3781:2014. «Печиво. Загальні технічні умови» наведено класифікацію видів печива та способів їх виробництва, технічні вимоги до органолептичних показників (форма, поверхня, колір, смак і запах, вигляд у розломі), фізико-хімічні, мікробіологічні показники, вміст токсичних елементів, вимоги до сировини, пакування та маркування.

Серед хлібобулочних виробів, печиво має низку привабливих властивостей, у тому числі широке коло споживачів, відносно тривалий термін зберігання, зручність у споживання, гарні споживні властивості. Основними інгредієнтами у рецептурному складі печива, є борошно, цукор і жир. Борошно

м'якої пшениці, має малий вміст білку (7–14%), що є причиною дефіциту незамінних амінокислот, таких як лізин і деяких інших амінокислот. Бобові, з іншого боку, містять більше білку (18-24%), ніж зерна злаків і можуть використовуватися для поповнення продуктів харчування певними амінокислотами, такими як лізин, триптофан або метіонін.

Печиво відрізняється високою калорійністю, засвоюваність, низьким вмістом вологи, приємним смаком, ніжним ароматом і привабливим зовнішнім виглядом. Це все визначає його високу харчову цінність, яку наведено в табл. 1.1 [5].

Таблиця 1.1

Харчова та енергетична цінність для груп печива [5]

Назва виробу	Білки, г	Жири, г	Вуглево- ди, г	Енергетична цінність в 100 г продукту, ккал
печиво цукрове з борошна вищого гатунку	7,5	11,8	74,4	436
печиво цукрове з борошна першого гатунку	7,4	10,0	76,2	426
печиво затяжне з борошна вищого гатунку	8,3	8,8	75,6	418
печиво здобне	7,8	8,1	76,6	414
печиво затяжне з борошна першого гатунку	8,3	23,6	61,4	493
печиво із зниженим вмістом цукру печиво здобне	10,4	5,2	76,8	458
галети з борошна вищого гатунку	9,7	10,2	68,4	415
галети з борошна першого гатунку	10,6	1,3	73,8	360
крекери з борошна вищого гатунку	9,2	14,1	66,1	439

Зростання хлібопекарської промисловості становить близько 10% на рік продукти стають все більш популярними серед усіх групи людей [6]. Серед готових до вживання закуски, печиво мають кілька привабливих властивостей, у тому числі ширша база споживання, відносно тривалий термін зберігання,

більше зручність і хороша якість їжі [7 - 9]. Тривалий термін зберігання печиво забезпечує широке виробництво та розповсюдження можливо. Хороша харчова якість робить печиво привабливим для збагачення білками та інші покращення харчування.

Печиво, яке відноситься до різної їжі категорія продуктів, що складається з трьох основних компонентів; борошно, цукор і жир. Печиво м'яка пшениця продуктів. Зерно злаків, у тому числі борошно м'якої пшениці, мало у білку (7–14%) і мають дефіцит незамінних амінокислот кислоти, такі як лізин і деякі інші амінокислоти ([10]. Бобові, з іншого боку, містить більше білка (18-24%), ніж зерна злаків і може використовуватися для підтримки певних амінокислот, таких як лізин, триптофан або метіонін [11].

1.2. Традиційні методи підвищення якості печива та інших борошняних кондитерських виробів

Аналіз сучасної наукової літератури дозволив нам сформулювати напрями, за яким здійснюються дослідження, спрямовані підвищення якості печива. Серед традиційних методів можна виділити наступні напрями.

Використання у рецептурному складі печива борошна з інших видів рослинної сировини. На сьогодні розроблені технології отримання борошна з десятків видів рослинної сировини та проводяться дослідження технології печива з використовують різних видів борошна. У якості сировини в даному випадку можуть бути використані різні злакові, вторинна сировина агропромислового комплексу, плоди, насіння, корні та лушпиння різних плодів [12 - 16].

Одним з традиційних напрямів на сьогоднішній день є створення рецептур борошняних виробів, до складу яких входять вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна, антиоксиданти й інші цінні компоненти. Ці речовини містить, переважно, сировина рослинного походження, причому знаходяться вони в ній у найбільш засвоюваних організмом співвідношеннях. Досить важливим є і те, що введення додаткових інгредієнтів не повинне

погіршувати якість і помітно підвищувати вартість продукції, інакше вона буде недоступною для тих, кому призначалася в першу чергу [12, 13].

Такою сировиною можуть бути різні дикорослі плоди та відходи виробництва фруктів, овочів, зернових продуктів та ін. Використання такої рослинної сировини дозволить, крім усього іншого, розширити асортимент борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів і частково вирішити проблему комплексної переробки відходів, що утворюються на великих промислових підприємствах. У цьому зв'язку для одержання борошняних виробів високої якості актуальним є використання виноградних вичавків – відходів виробництва соків і вин, які щорічно накопичуються у великих кількостях під час переробки винограду, та чорноплідної горобини. Відомо, що ця рослинна сировина містить досить сильні антиоксиданти й інші біологічно активні речовини, що використовуються для лікування низки захворювань [14, 15]. Отже, створення перспективного асортименту борошняних виробів передбачає розробку рецептур, що включають поліфункціональні добавки, зокрема, кріо-порошки з натуральної рослинної сировини. Розмаїтість властивостей таких порошоків визначає неоднозначний вплив їх на якість напівфабрикатів і готової продукції. У зв'язку з цим виникла необхідність вивчення властивостей кріо-порошків з метою подальших рекомендацій їх використання у виробництві борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів та оцінки їх впливу на якість вихідної сировини, напівфабрикатів і готових виробів. Використанням нетрадиційної рослинної сировини у виробництві харчових продуктів займалися В. І. Дробот, Ю. Г. Кожанов, М. С. Дудкін, Л. Ф. Щелкунов, Н. П. Горковлюк, А. І. Левін, Г. З. Григорашвілі та інші дослідники. Численними дослідженнями доведено, що відмінні за походженням та хімічним складом добавки по-різному впливають на тістові системи й процес формування їх структури і, як наслідок, на якість готових виробів [16, 17]. Разом із тим у літературних джерелах відсутні систематизовані дані щодо формування структури борошняного тіста у присутності порошоків із нетрадиційної рослинної сировини, отриманої за

кріогенною технологією. У міжнародній практиці найбільш прогресивними технологіями отримання порошків з рослинної сировини є заморожування, сублімаційна сушка і кріогенне подрібнення. З літературних джерел відомо, що обробка харчової продукції холодом забезпечує найбільш повне збереження натуральних властивостей продукту, вітамінів, поживних речовин і інших біологічно активних речовин. До того ж подрібнення сировини у середовищі рідкого азоту дозволяє отримувати порошки заданої дисперсності. Завдяки цим достоїнствам кріоподрібнення з'явилося багато технологій в харчовій промисловості, де застосовуються продукти кріогенного подрібнення рослинної сировини, зокрема в США, Німеччині, Швеції, Норвегії, Фінляндії [18, 19]. У зв'язку з цим актуальним є використання натуральної біологічно цінної сировини рослинного походження, до якої можна віднести вторинні продукти переробки винограду та чорноплідну горобину, функціональні властивості яких обумовлені їх унікальним хімічним складом. У Німеччині, наприклад, розроблений спосіб виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів, згідно з яким до складу продуктів вводять висушені і дрібно розмолоті виноградні або фруктові вичавки в кількості не більше 20 % від маси пшеничного борошна [20]. Запропонований спосіб виробництва дієтичного пшеничного хліба, до складу якого з метою підвищення дієтичних властивостей хліба і зменшення його собівартості вводили харчові волокна з виноградних вичавків в кількості 3–5 % від маси борошна [21]. Аналіз літературних джерел показав, що використання порошків з виноградних вичавків і чорноплідної горобини у харчовій промисловості досить обмежене, а дані щодо використання кріо-порошків з цієї сировини для виробництва борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів взагалі відсутні. Тому представляється актуальним і своєчасним створення і розробка нових виробів з використанням порошків з виноградних вичавків і чорноплідної горобини, отриманих за кріогенною технологією, які матимуть велику соціальну значущість.

В роботі [22] запропонований спосіб створення печива з покращеним складом та оздоровчою дією, що досягається за рахунок внесення натуральних джерел функціональних інгредієнтів: порошку глуду та олія обліпихи при їх введенні до рецептури печива у кількості близько 10% від маси борошна та масла. Створене печиво має більший вміст незамінних мікро- та макронутрієнтів, проявляє антиоксидантні властивості, сприяє кращому травленню, забезпечує позитивну дію на серцево-судинну систему організму людини

У роботі [23] досліджено технологію виробництва, рецептурний склад печива з банановим порошком. Отримано комплекс даних, що характеризує якість розробленої страви, доведено її високу харчову цінність. На підставі досліджень органолептичних показників розроблених зразків визначено раціональну концентрацію дієтичних добавок у рецептурі печива, що дає розробленій харчовій продукції покращення смакових властивостей та консистенції порівняно з контролем за рахунок використання біологічно-активної сировини [24, 25]. Розроблена технологія печива з банановим порошком має підвищений вміст білків, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин у порівнянні з традиційною технологією [26]. Експериментально підтверджено оптимальне співвідношення компонентів у рецептурі розробленого борошняного кондитерського виробу [27, 28]. За органолептичними показниками отримане печиво відповідає за якістю встановленими нормам. Запропонований спосіб виробництва печива з банановим порошком дозволяє отримати вироби вищої харчової цінності у порівнянні з традиційної технології [29]. Якість готової кулінарної продукції характеризують органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні показники, а для однозначної оцінки якості використовували комплексний показник якості, який становить для лабораторного і дослідного зразків 0, 4 і 5 одиниць відповідно [30, 31].

Авторами у роботі [32, 33] було використано кваліметричну оцінку якості пісочного печива з додаванням напівфабрикату кісткового харчового,

що дозволило для печива солодкої групи покращити якість на 29,8%, а для печива солоної групи – на 30,6%.

Цукрове печиво найбільш поширене серед борошняних кондитерських виробів, воно має високу енергетичну цінність і недостатній вміст основних нутрієнтів. Надмірне вживання печива може привести до виникнення низки захворювань. Це зумовлює необхідність розробки нових харчових продуктів повсякденного попиту, у тому числі борошняних кондитерських виробів високої біологічної цінності. В роботі [34] досліджується вплив шроту з насіння гарбуза при виробництві цукрового печива з підвищеною біологічною цінністю. Шляхом моделювання встановлено, що оптимальна кількість шроту з насіння гарбуза – 2,76 % (18 г) від маси борошна [35 - 37]. При збільшенні кількості шроту зменшується здатність до намокання, тому саме це співвідношення сприятиме збагаченню печива цукрового корисними речовинами та збереженню якості фізико-хімічних показників. Додавання до складу печива шроту з насіння гарбуза, позитивно вплинуло на хімічний склад готового виробу, наситивши його білками, харчовими волокнами, поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами та мінеральними елементами [38, 39]. Адже при споживанні 100 г продукту спостерігаються тенденції в компенсації більше 10 % добової норми в білках, жирах, вуглеводах; мінеральних речовинах – від 2,33 % до 25,78 %; вітамінах від 3,35% до 9,44 %, що пояснюється позитивним впливом на організм та задоволенням в основних нутрієнтах різних категорій населення [40]. Було досліджено динаміку змін якості розробленого зразка на момент виготовлення та після його зберігання. Доведено, що в основному змінюються органолептичні показники – з'являється присмак та запах згіркнення, що пояснюється окисненням жирів [41].

Стабільність емульсійних систем для печива на рідких оліях є важливим показником якості печива, тому у дослідженнях [42 – 56] з метою стабілізації емульсійних систем для печива на рідких оліях перспективним є використання добавок рослинного походження. Їх перевагою є наявність у складі комплексу

корисних для організму людини нутрієнтів (вітамінів, мінеральних речовин, фенольних сполук та ін.) в найбільш доступній і засвоюваній формі. Запропоновано в технології цукрового печива замінити 13,5 % маргарину на гарбузову олію, або 20 % –на обліпихову [42]. В якості стабілізуючої добавки в технології печива з гарбузовою олією використано порошки з сушених яблук (6,3% маси готового печива), з листя малини (1,2%) та з листя календули лікарської (0,3%). Під час виготовлення печива з обліпиховою олією автори пропонують додатково вносити порошки з сушених абрикосів (4,9%) та з медунки лікарської (0,3%). Використання гарбузової та обліпихової олії дозволяє підвищити вміст у печиві поліненасичених жирних кислот (у 2,5 та 3,3 рази відповідно), а внесення рослинних порошків з фруктової та лікарської сировини –збагатити вироби пектиновими речовинами, харчовими волокнами, мінеральними речовинами та вітамінами. Внесення обліпихового шроту у кількості 7% до маси борошна дозволяє замінити 20% жиру в технології пісочного печива на лляну олію [43]. При цьому відмічається не тільки збагачення печива корисними нутрієнтами, а й має місце покращення органолептичних та структурно-механічних властивостей виробів –колір набуває золотистого забарвлення, збільшується розсипчастість, покращується здатність печива до намокання, знижується його щільність. У роботі [44] запропонована повна заміна маргарину у пісочному печиві на соняшникову рафіновану дезодоровану олію. Однак зазначена технологія передбачає суттєві зміни рецептурного складу –пшеничне борошно повністю замінюється на кукурудзяне, якому притаманні високі жирутримувальні властивості [45]. Також рецептурні складові з високою вологістю (молоко незбиране згущене з цукром, яйця курячі, мед) замінюються на сухі порошкоподібні компоненти (молоко сухе знежирене, яечний порошок, глюкоза). Крім того додатково в рецептуру вносяться (1 % до маси борошна) цитрусові харчові волокна Herbacel AQ Plus –тип N [46]. Також значно ускладнюється технологічний процес –приготування тіста здійснюється шляхом заварювання гарячою (90...100 °C) водою суміші сухих рецептурних компонентів з соняшnikовою

олією з наступним внесенням хімічних розпушувачів та ароматизаторів. Перевагою зазначеної технології є отримання продукту для безглютенового харчування. Однак порівняно зі зразком на маргарині в процесі зберігання спостерігається незначна міграція жиру у пакувальні матеріали. Розроблено [47] технологію пісочного здобного печива з заміною 29 % маргарину рідкою олією з додаванням 2,1% до маси олії суміші натуральних рослинних добавок стабілізуючої дії (ксантанової та гуарової камеді, пшеничної клітковини та соєвого білкового ізоляту). Печиво, виготовлене за такою технологією, характеризується стабільністю якісних показників в процесі зберігання – ступінь міграції жиру у пакувальні матеріали майже така сама, як у контрольному зразку. Досліджена можливість заміни 60% жирової складової в технології пісочного тіста кукурудзяною олією [48]. Така висока концентрація рідкої олії стає можливою завдяки двом факторам. Як стабілізатор використано порошок коріння алтею (2,3% до маси борошна). Також з'являється додаткова операція попереднього оброблення кукурудзяної олії у спеціальному апараті у вихровому шарі феромагнітних часток. Таким чином, стабілізування емульсійних систем для печива з додаванням рідких олій здійснюється як за рахунок використання речовин-стабілізаторів, так і за рахунок застосування нетрадиційних технологічних прийомів. Але, останній спосіб передбачає зміни апаратного оформлення технології, що є економічно недоцільним. Більш перспективним є використання додаткової натуральної сировини, до складу якої входять стабілізуючі речовини та корисних для організму людини біологічно-активні компоненти. Стабілізуючий ефект на емульсійні системи чинять білкові речовини, розчинні (зокрема пектини) та нерозчинні (наприклад, целюлози) харчові волокна, фосфоліпіди, лецитин та ін. Тобто, можна припустити, що сировина, яка містить зазначені сполуки, матиме позитивний вплив на властивості емульсій для здобного печива та, як наслідок, на структурно-механічні властивості готового виробу. Рекомендовано внесення до рецептури печива рецептурних компонентів, що містять такі речовини. Зокрема пропонується використання

кріопорошків з виноградних вичавків (5 % до маси борошна) [49] та порошку з виноградних кісточок (15% від маси борошна) [50]. Є пропозиції із застосування яблучного пектину (8 % від маси борошна) [51] або клітковини з насіння гарбуза з ананасом (20 % від маси борошна) [52]. Розглянуто можливість внесення гарбузового пюре (25 % від маси цукру), порошку топінамбура (6 % до маси сухих речовин готового продукту) [53], мікробних полісахаридів [54]. Це сприяє покращенню структури та консистенції готових виробів, що може бути передумовою розробки технологій печива з їх використанням із заміною частини жирового компонента на рідку олію. Значна кількість речовин з високими функціонально-технологічними властивостями входить до складу продуктів переробки горіхів, а саме шроту кедрового горіху та шроту волоського горіху. Зокрема, зазначені продукти характеризуються високим вмістом високомолекулярних сполук [55, 56].

1.3. Інноваційні методи підвищення якості печива та інших борошняних кондитерських виробів

До інноваційних напрямів можна віднести дослідження, спрямовані на наукове обґрунтування та розробку технологій підвищення якості борошна фізичними методами при їх використанні в технологіях печива [57 - 62].

У роботах [57, 58] доведено, що створення нових інноваційних технологій печива дозволяє вирішити проблему нестачі розчинних харчових волокон, покращити якісні та функціональні характеристики використаного борошна різних видів за рахунок використання новітніх методів фізичного впливу на нього. Поєднання ультратонкого подрібнення з високим тиском, мікрохвильовою та високотемпературною обробкою є одними з перспективних напрямків [59].

У цій роботі було застосовано декілька фізичних прийомів для підвищення вмісту розчинних харчових волокон (SDF) в бобових залишках, оптимальні умови для покращення SDF бобових залишків були визначені методом однофакторного тесту. Було виявлено, що вміст SDF в борошні з

бобових залишків, оброблених за допомогою ультратонкого помелу (U), високого тиску (HP), мікрохвильової печі (M), високотемпературного приготування (HTC) та їх комбінованих методів (UHP, U-M та U-HTC), становив $15,15 \pm 0,12 \%$, $10,40 \pm 0,19 \%$, $13,84 \pm 0,13 \%$, $13,87 \pm 0,13 \%$, $18,86 \pm 0,11 \%$, $19,23 \pm 0,19 \%$ та $16,89 \pm 0,13 \%$, що було значно вищим за контрольну вибірку на $6 \pm 0,2\%$ відповідно. Доведено, що бобові залишки при фізико-технологічній обробці є хорошим джерелом розчинної харчової клітковини, а застосування комбінованих методів є перспективною тенденцією розвитку [60].

Встановлено, що при однократній обробці вміст білка в борошні після обробки U, HP, M і HTC знижувався з 23,46% до 11,96%, 16,30%, 12,85% і 13,09% відповідно. Після комбінованій обробці, особливо U-HP, вміст білка в бобових залишках зменшився ще більше. Розмір частинок борошна з бобових залишків був найменшим (69,52 мкм) після обробки U серед усіх однотехнологічних обробок. Однак серед усіх комбінованих технологічних обробок найменший розмір частинок було отримано при U-HP (27,43 мкм) [61].

Мінеральний вміст визначали методом індуктивно-зв'язаної плазмово-атомно-емісійної спектрометрії та було доведено, що комбіновані методи обробки борошна сприяють підвищенню вмісту мінеральних елементів у дослідних зразках [62].

Молекулярно-масовий розподіл білків визначали методом електрофорезу білків у поліакриламідному гелі та довели, що обробка U не вплинуло на вміст білкових субодиниць в залишках бобових. Обробка HP та U-HP мала певний вплив на молекулярну масу білка. Після обробки M та U-M білкові смуги з молекулярною масою понад 90 кД стали світлішими. Після обробки HTC та U-HTC білкові смуги повністю зникли. Було доведено, що обробка одним з методів M і HTC та комбінованими методами U-M і U-HTC мали великий вплив на молекулярну масу білка [63].

Встановлено, що вплив нетеплових методів обробки (U, HP та U-HP) на зниження вмісту інгібіторів трипсину значно поступається впливу термічних методів обробки. НТС та U-НТС мали помітний вплив на інгібування активності інгібіторів трипсину, які були знижені з 7365 ТІУ/г до 1210 та 96 ТІУ/г відповідно. Це вказує на те, що термічна обробка ефективно знижує активність інгібітора трипсину [64].

Доведено, що як одноразова, так і комбінована обробка значно підвищували розчинність бобових залишків у воді, а розчинність бобових залишків від комбінованої обробки була вищою, ніж після одноразової обробці. Проте, здатність до набухання та адсорбційної здатності була знижена, а одноразова обробка була вищою, ніж при комбінованій обробці. Релаксаційні властивості води в бобових залишках, оброблених різними фізичними технологіями, визначали за допомогою ядерного магнітного резонансу (НМР). Після обробки НТС, U-HP, U-M та U-НТС частка зв'язаної води в бобових відходах зросла, а частка нерухомої води зменшилась після регідратації. Площа піків зразків, оброблених HP і НТС, дещо збільшилася. Крім того, вміст вільної води (A_{24}) позитивно корелює з вмістом води ($W \%$) у досліджуваних зразках [65].

Для визначення в'язкості за допомогою експрес-аналізатора в'язкості готували суспензію з досліджуваних зразків борошна. В'язкість суспензії знижувалася після різної обробки, особливо комбінованої обробки. Однак лише M-обробка збільшувала в'язкість суспензії порівняно з контрольними зразками. Динамічні реологічні властивості суспензії бобових залишків визначали за допомогою ротаційного реометра. Для порівняння, G' і G'' бобових залишків, оброблених U та HP, були нижчими, ніж у M та контрольних зразків, і вищими, ніж у зразків НТС та всіх комбінованих обробок. Однак, крім обробки M, НТС та всі комбіновані методи обробки (U-HP, UM та U-НТС) були на нижчому рівні, а тенденція зміни коефіцієнта втрат ($\tan \delta$) і G'' має ту саму тенденцію. Це вказувало на те, що комбінована обробка

може зменшити зернистість волокна, але їх в'язкість і еластичність не збільшуються [66].

Встановлено, що впровадження запропонованих комбінованих технологій обробки бобових відходів для виробництва печива є економічно доцільним. У цьому дослідженні комбінована технологія U-M була використана для приготування борошна з бобових залишків для хрусткого та твердого печива. Борошно, оброблене фізичними методами впливу було додано до рецептурного складу при приготуванні хрусткого печива і твердого печива, що значно знижувало в'язкість тіста, покращило желатинізуючі характеристики борошна та підвищити хрусткість печива [66].

Вимірювання текстури тіста для хрусткого печива в аналізаторі текстури показало, що значення твердості збільшувалося при збільшенні вмісту обробленого борошна у складі печива. Твердість становила $5019,95 \pm 114,01$ г при додаванні 15%, що на 54,78% вище, ніж у контролі. Зі збільшенням додавання бобових відходів характеристики клейстеризації демонстрували значне зниження. Пікова в'язкість зменшилась на 22,37%, мінімальна на 20,82%, а кінцева – на 20,22% порівняно з контрольною групою. Параметри досліджуваних зразків продемонстрували збільшення твердості, когезивності, клейкості, жувальної здатності печива порівняно з контролем [67].

1.4. Обґрунтування використання борошна з лушпиння насіння подорожника

Подорожник (*Musa paradisiaca*) є одним з комерційних важливих тропічних фруктів, що вирощуються в більш ніж 120 країн світу з річним виробництвом 88 млн т із площі 10 млн га. Індія найбільша виробник даного продукту у світі з річним обсягом виробництва 16,81 млн т із площі 0,49 млн га [68].

Псиллиум росте в Закавказзі і ще багато де, але центр його промислового виробництва знаходиться в індійському штаті Гуджарат. Той псиллиум, який

ми вживаємо в їжу — це лушпиння насіння цього самого подорожника. Вона продається у вигляді цілих лусочок або частіше у вигляді борошна.

Цей продукт доцільно використовувати у технологіях печива є борошно з лушпиння насіння подорожника, яке має потенціал для використання в якості функціонального інгредієнта в хлібобулочних виробках через високу водопоглинальну здатність. Лушпиння насіння одорожника багате на флавоноїди, містить істотну кількість похідних гідроксикоричної кислоти, в основному хлорогенова кислота. Даний продукт вважається значним джерелом фенольних сполук, особливо флавонолів та антоціанів. Цей продукт доцільно використовувати для отримання борошна, що володіє антиоксидантними властивостями. Фенольні сполуки мають широкий спектр біологічних властивостей, таких як антиоксидантні, антимікробні, протигрибкові та антиканцерогенні властивості.

Борошно з лушпиння насіння подорожника (*Псиллиум*) є ключовим інгредієнтом низкоуглеводної і безглютенової випічки. Завдяки своїм абсорбуючим властивостям ця мука перетворюється при додаванні рідини в клейку желеподібну масу, скріплює тісто і робить його еластичним. Псиллиум можна також додавати і в традиційну випічку для додання їй більшої легкості, підвищення в ній вмісту клітковини і зниження калорійності. Використання псиллиму в тісто вимагає збільшити кількість рідини в ньому. Псиллиум є прекрасним джерелом розчинної клітковини. Дослідження показали, що споживання псиллиума благотворно впливає на травлення, нормалізує рівень цукру і холестерину в крові, допомагає при колітах [69].

Псиллиум майже не володіє власним смаком і на 80-85% складається з клетчаки, чим він і цінний. Особливо тому що здебільшого (71%) це так звана розчинна клітковина, яка служить відмінною їжею для корисної мікрофлори кишечника. Для порівняння — популярні вівсяні і пшеничні висівки містять лише 10-15% клітковини, причому лише 5% розчинної.

У псиллиуме практично немає засвоюваних вуглеводів, і це його знову вигідно відрізняє від вівсяних висівок, в яких вуглеводів більше 62 відсотків.

Головне кулінарне властивість псиллиума, що робить його ключовим компонентом низкоуглеводної і безглютенової випічки — це його здатність вбирати вологу і перетворюватися в гелеподібну масу. Один грам чистого борошна псиллиума вбирає 45 мілілітрів води.

Завдяки цій властивості псиллиум відмінно скріплює тісто і надає випічці пористу повітряну структуру. Фактично, псиллиум замінює собою клейковину (глютен), і це дуже важливо, адже всі популярні види низкоуглеводної борошна — кокосової, мигдальної, кунжутною — не містять глютену і без псиллиума випічка з них виходить досить сухий і крихкою. У Швеції псиллиум дуже популярний, його можна купити практично в будь-якому супермаркеті і його рекомендують додавати у звичайну випічку для поліпшення структури тіста і підвищення вмісту клітковини.

Корисні якості псиллиума перевірені в різних наукових дослідженнях [70 - 72]: він нормалізує травлення, допомагаючи і при запорах і при діарейі, знижує рівень холестерину і нормалізує рівень цукру в крові у хворих на цукровий діабет. Крім того, псиллиум може бути корисний і при деяких кишково-шлункових захворювань, наприклад, синдромі подразненого кишечника, виразковому коліті, він також допомагає знизити артеріальний тиск.

Після переробки на борошно її традиційно використовують для приготування кашки, яка виготовляється шляхом змішування борошна з відповідної кількості окропу до утворення густої пасти. У роботі [70] показано, що борошно з подорожника має хорошу дію потенціал для використання в якості функціонального агента в хлібобулочних виробках через високу водопоглинальну здатність. Оскільки подорожник багатий вуглеводами, але бідний білком, люди, які їдять багато продуктів подорожника, схильні до неправильне харчування. Білки подорожника можуть бути еластичними, з білками бобових або злаків. Отриманий продукти будуть багаті як білками, так і вуглеводами. Автори дослідження [71] розробили хліб із пшеничного борошна доповнений соєвим і подорожниковим борошном і прийнятний хліб

готували з добавкою до 15% пшеничного борошна з борошном подорожника. Автори роботи[72] також готували комбіновані хлібці та печиво зі змішаного борошна пшениця і подорожник. Органолептично найбільш прийнятні хлібці і печиво було виготовлено з пшенично-подорожникового композиту борошно з використанням до 80:20 (мас./мас.) % і 60:40 (мас./мас.) співвідношення пшениця: подорожникове борошно для хліба та печива відповідно.

1.5. Обґрунтування використання борошна з нута

Борошно нута виготовляється із рослини сімейства бобових. Її, згідно з традиціями культур, включають до свого раціону народи вже понад 7500 років. Технологія отримання борошна з нуту Щоб отримати цінний продукт, використовують спеціальні млини, через які пропускають боби нуту і подрібнюють до однорідного борошна (гарбанзо, бісан). Залежно від цього, де їй призначено застосовувати, відрізняється фракція помелу. Борошно широко застосовують для випікання кондитерських виробів, приготування основних страв та закусок.

Насіння нуту (*Cicer arietinum*) є цінним джерелом білка в діапазоні від 12,6% до 30,5%. Коефіцієнт ефективності білка нуту є вищим у порівнянні з аналогічним показником інших бобових. Біологічна цінність білків нуту зазвичай коливається від 75% до 85%, що також значно вище, ніж у білки інших бобових. Функціональні властивості відіграють важливу роль у використанні нуту в комбінації з борошном на основі злаків. Функціональні властивості нуту, такі як водопоглинання, мала абсорбція, гелеутворююча здатність, консистенція гелю та індекс розчинності азоту також вважається важливими з точки зору використання зернових бобових культур.

Хімічний склад борошна: ізофлавоїди, калій. Фосфор, цинк, мідь, магній, кальцій, залізо, каротин, вітамін Е, вітамін А, аскорбінова кислота, амінокислоти (зокрема незамінні) – 18 видів, вітаміни групи В (В1, В2, РР, В5, В6 В9). Нут – дієтичний продукт з маслянистою текстурою та характерним,

приємним післясмаком. Вживання даного продукту має потужний вплив на здоров'я людини.

Нут (*Cicer arietinum*) широко споживається скрізь світ. Насіння нуту є багатим джерелом білка в діапазоні від 12,6% до 30,5% [73]. Коефіцієнт ефективності протеїну (PER) білка нуту повідомляється про вищий показник, ніж у голубого гороху, чорної грамниці та *mungbean* [74]. Біологічна цінність білків нуту зазвичай коливається від 75% до 85%, що значно вище, ніж у інших бобових білки. Функціональні властивості, які передбачають більше значення з точки зору диверсифікованого та нового використання їжі культури, відіграють важливу роль у використанні нуту в композитне борошно на основі злаків [75]. Функціональні властивості нуту, такі як водопоглинання, масло абсорбція, гелеутворювальна здатність, консистенція гелю та азот індекс розчинності (NSI) вважається важливим від використання точки зору зернових бобових культур [73].

Заміна рафінованого пшеничного борошна на нутове та подорожникове борошно підвищить харчові якості такі продукти зі зміненими сенсорними властивостями. Таким чином суміш нуту та подорожника забезпечить поживну цінність збалансоване харчування як для немовлят, так і для дорослих, завдяки очікується покращена якість білка, а також рясне вміст енергії.

Враховуючи відсутність наукового та технологічного обладнання, яке б дозволило реалізувати ідею підвищення якості печива одним з інноваційних методів, було прийняте рішення використати один з традиційних методів, а саме – підвищити якість печива шляхом використання у якості додаткового інгредієнта борошна з рослинної сировини, багатой на поживні та біологічно активні речовини.

Аналіз наявної науково-технічної літератури дозволив нам висунути гіпотезу про доцільність розробки технології печива, яка передбачала б часткову заміну рафінованого пшеничного борошна на суміш борошна з нуту та з лущиння насіння подорожника, що дозволить підвищити харчову

цінність даного продукту. Суміш борошна нуту та лушпиння насіння подорожника забезпечить поживну цінність продукту завдяки очікуваному покращенню якості білку, а також збільшенню енергетичних показників даного продукту. Тому, в даному дослідженні було реалізовано часткова заміна пшеничного борошна на борошно з насіння нуту та лушпиння насіння подорожника. Враховуючи вище наведене, слід вважати, що дана тема дослідження є **актуальною**.

Мета дослідження – наукове обґрунтування та дослідження технології печива, вдосконаленої шляхом додаванням суміші борошна з подорожника та нута.

Об’єкт дослідження – технологія печива, вдосконалена шляхом додаванням суміші борошна з подорожника та нута.

Предмет дослідження – хімічний склад та функціональні властивості борошна, використаного при приготуванні зразків печива, як кожного вида борошна окремо, так і їх суміші; хімічний склад зразків печива; фізико-технологічні властивості печива; в’язкість зразків тіста; сенсорні характеристики зразків печива.

Для досягнення мети дослідження нами було сформульовані завдання дослідження:

- дослідити хімічний склад і функціональні властивості використаного борошна;
- дослідити хімічний склад і фізичні властивості тіста, використаного для дослідних зразків печива;
- проаналізувати хімічний склад досліджуваних зразків печива;
- проаналізувати фізико-технологічні властивості печива;
- дослідити в’язкість зразків тіста;
- дослідити сенсорні характеристики зразків печива.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Структурно-логічна схема проведення досліджень

Згідно з прийнятою у наукових дослідженнях методологією, на першому етапі нами було розроблено структурно-логічну схему (рис. 2.1).

Властивості печива визначаються властивостями інгредієнтів, що були використані при його приготуванні, і в першу чергу – від властивостей використаного борошна. Часткова заміна пшеничного борошна на суміш борошна з насіння подорожника (*Psyllium*) та борошно з насіння нуту (*Cicer arietinum*), вимагає на першому етапі досліджень ґрунтовного вивчення властивостей даних видів борошна. Це було нами враховано при розробці структурно-логічної схеми майбутніх досліджень, яка є необхідною складовою при організації досліджень.



Рис. 2.1. Структурно-логічної схеми досліджень

2.2. Використана сировини

Борошно пшеничне очищене, борошно з насіння подорожника для безглютенової випічки (*Psyllium*, грубий помел) та борошно з насіння нуту (*Cicer arietinum*), цукор, топлене масло («Яготинське», 99%) та молоко («Селянське» питне ультрапастеризоване, 2,5%) було придбано у місцевому супермаркеті м. Полтави.

2.3. Технологія приготування зразків печива

Печиво готували з пшеничного борошна очищеного, подорожника суміші борошна та борошна нутового у співвідношенні 100:0:0, 80:10:10, 60:20:20, 40:30:30 і 20:40:40 відповідно. Контролем вважали печиво з пшеничного борошна. Стандартизована рецептура для печива мала інгредієнти як 100 г борошна, 60 г цукру, 40 г топленого масла, 1,5 г амонію бікарбонату і необхідну кількість молока. Масло топлене і мелений цукор змішували і збивали до однорідної консистенції. Борошно, необхідну кількість молока і амоній бікарбонату додавали до вершкової суміші та перемішували протягом 8 хв на середній швидкості в тістомісильній машині, щоб отримати а однорідна суміш. Тісто тонко розкачали аркуш однакової товщини і нарізаний у потрібну форму за допомогою цвілі. Відрізані шматки поміщали на перфорацію деко та відправляли в духову шафу при 190 °C на 10–15 хв до запікання. Добре пропечене печиво вийняли з духової шафи, охолоджували до кімнатної температури, фасували і зберігали в герметичному контейнері до подальшого використання.

2.4. Аналітичні методи аналізу

При проведенні аналізів було використано стандартні методики (білок - методом К'ельдаля, жир - екстракція розчинником), та методи, викладені у роботі [76]. Вміст вуглеводів був розраховується методом віднімання.

2.5. Методика визначення водопоглинаючої та маслопоглинаючої здатності

Водо- та маслопоглинальну здатність борошна визначали методом, викладеним у роботі [77]. Пробу борошна (1,0 г) змішували з 10 мл дистильованої води або рафінованої соєвої олії, витримували при температурі навколишнього середовища 30 хв і центрифугують 10 хв при 2000×г. Здатність до поглинання води або масла виражали як відсоток зв'язаної води або масла на грам зразка.

2.6. Методика визначення насипної щільності борошна

Насипну щільність борошна визначали за методикою, описаною у роботі [78]. Зразок (50 г) поміщали в градуйований циліндр об'ємом 100 мл і відбили 20–30 разів. Насипну щільність розраховували як вагу на одиницю об'єму зразка.

2.7. Методика визначення найменшої концентрації гелеутворення

Найменшу концентрацію гелеутворення борошна визначали за допомогою метода, викладеного у роботі [79] з деякими модифікаціями. Дисперсії борошна 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 і 30% (мас./об.) приготовлені в 5 мл дистильованої води нагрівали при 90 °С протягом 1 год на водяній бані. Вміст охолоджували під водопровідною водою і витримували протягом 2 годин при 10±2 °С. Таким чином була визначена найменша концентрація гелеутворення концентрації, коли зразок із перевернутої пробірки не починав ковзати.

2.8. Методика визначення здатності до набухання

Метод, викладений у роботі [78] з деякими модифікації використовували для визначення здатності до набухання. Зразок заповнювали до позначки 10 мл у 100 мл у градуйований циліндр, додавали воду, щоб відрегулювати загальну кількість об'єм до 50 мл. Верх градуйованого циліндра був щільно закритий і його інтенсивно переміщували, перевертаючи циліндр. Суспензію

знову перевертали через 2 хв і залишали витримати ще 30 хв. Обсяг, який займає пробу відбирали через 30 хв.

2.9. Методика визначення піноутворюючої здатності і стабільності піни

Піноутворююча здатність (ПЗ) і стабільність піни визначали як описаний у роботі [80] с незначними змінами. Зразок (1,0 г) додавали до 50 мл дистильованої води при 30 ± 2 °С у градуйованому циліндрі. Суспензію перемішували і струшували протягом 5 хв до спінювання. Об'єм піни після збивання протягом 30 с виражали як спінуюча здатність.

$$\text{ПЗ} = [(V_{\text{П після збив.}} - V_{\text{П до збив.}}) / V_{\text{П до збив.}}] \times 100 \quad (2.1)$$

де $V_{\text{П після збив.}}$ – об'єм піни після збивання; $V_{\text{П до збив.}}$ - об'єм піни до збивання.

Об'єм піни реєстрували через 1 год після збивання визначити стабільність піни у відсотках від початкового об'єму піни.

2.10. Методики вимірювання фізичних параметрів печива

Діаметр печива вимірювали шляхом укладання шести бісквітів від краю до краю за допомогою шкали, повертаючи їх на 90° і знову виміряйте діаметр шести печива (см) а потім взяти середнє значення. Виміряли товщину поклавши шість печива одне на одне та взявши середня товщина (см). Виміряли вагу печива як середнє значення чотирьох окремих бісквітів з допомога цифрових ваг. Коефіцієнт поширення був розраховується шляхом ділення середнього значення діаметра на середнє значення товщини печива. Відсоток розтікання розраховували шляхом ділення коефіцієнта поширення доповнених печива із співвідношенням розподілу контрольного печива та множення на 100.

Метод, викладений у роботі [76], використовувався для оцінки ширини, товщини та коефіцієнта поширення печива. Ширина печива (W) вимірювали шляхом розміщення 6 печива край до краю, щоб отримати середнє значення ширина в міліметрах. Товщину печива (T) вимірювали шляхом укладання 6 печива одне на одне та повторного укладання в різному порядку і переміряти їх, щоб отримати середнє значення в міліметрах. Коефіцієнт розтікання (SF) визначався за шириною та товщиною наступним чином рівняння [81, 82]:

$$SF = [(W/T) \times C.F \times 10], \quad (2.1)$$

де C.F – поправочний коефіцієнт для налаштування W/T (як ϵ) до постійного атмосферний тиск. Для цієї роботи C.F було прийнято рівним 1,0.

2.11. Методика дослідження міцності печива на розрив

Міцність печива на розрив вимірювали за допомогою Аналізатор текстур (модель TA-XT2i, системи Stable Micro, Haslemere, Великобританія) з використанням 3-точкового згинального стенда та 5 кг грузу навантаження. Відстань між двома балками становила 40 мм. Ще одна така ж балка була спущена зверху; швидкість до випробування становила 1,0 мм/с, швидкість випробування - 3,0 мм/с, швидкість після випробування - 10,0 мм/с. Рух вниз продовжували, поки бісквіт не розірвався. Пікова сила є показником міцності на розрив.

2.12. Дослідження в'язкості тіста зразків печива

Профілі показників в'язкості досліджуваних зразків вивчали за допомогою аналізатора Rapid Visco Analyzer – RVA, (Newport Scientific Pvt. Ltd, Австралія). Зразок борошна (3 г) змішували з 25 мл дистильованої води в контейнері для зразка RVA, щоб отримати загалом 28 г суспензії борошна. Суспензію борошна витримували при 50 °C протягом 1 хв, потім нагрівали до

95 °C протягом 3 хв. Суспензію витримували при 95 °C протягом 3 хвилин, а потім охолоджували до 50 °C протягом 4 хвилин, а потім витримували при цій температурі протягом 2 хвилин. Були записані параметри RVA, тобто температура, пікова в'язкість, мінімальна в'язкість, кінцева в'язкість, руйнування, затримка та температура. Усі виміри повторювали тричі. Результати виражали RVU (RVU, 1 RVU = 12 сантипуаз).

Властивість рідини чинити опір силам, що зсувають її, називається динамічною в'язкістю. Динамічна в'язкість рідини обумовлюється силами зчеплення між молекулами і за величиною дорівнює силі, що перешкоджає їх переміщенню.

За одиницю динамічної в'язкості у системі СГС приймається пуаз (пз), рівний в'язкості такої рідини, в якій сила в 1 дїну переміщує шар рідини площею 1 см², що знаходиться на відстані 1 см від іншого шару зі швидкістю 1 см/сек. Соту частину пуаза називається сантипуазом (спз), т. т. 1 пуаз = 100 сантипуазам.

На Рис. 2.2. показано типове зображення результатів досліджень в'язкості зразків печива (параметри RVA) на приладі Rapid Visco Analyzer.

2.13. Методика проведення сенсорного аналізу печива

Зразки печива аналізували на сенсорні характеристики. Сенсорні якісні характеристики оцінювалися комісією з 10 підготовлених учасників, які використовують 9-точкову Гедоніку масштабовану [83]. Печиво було оцінено за їх колір, зовнішній вигляд, аромат, консистенцію, смак і загальний вигляд прийнятність.

2.14. Статистичний аналіз результатів експериментів

Дані були представлені як середнє значення потрійних спостережень. Дані експериментів були оброблені у програмі Excel.

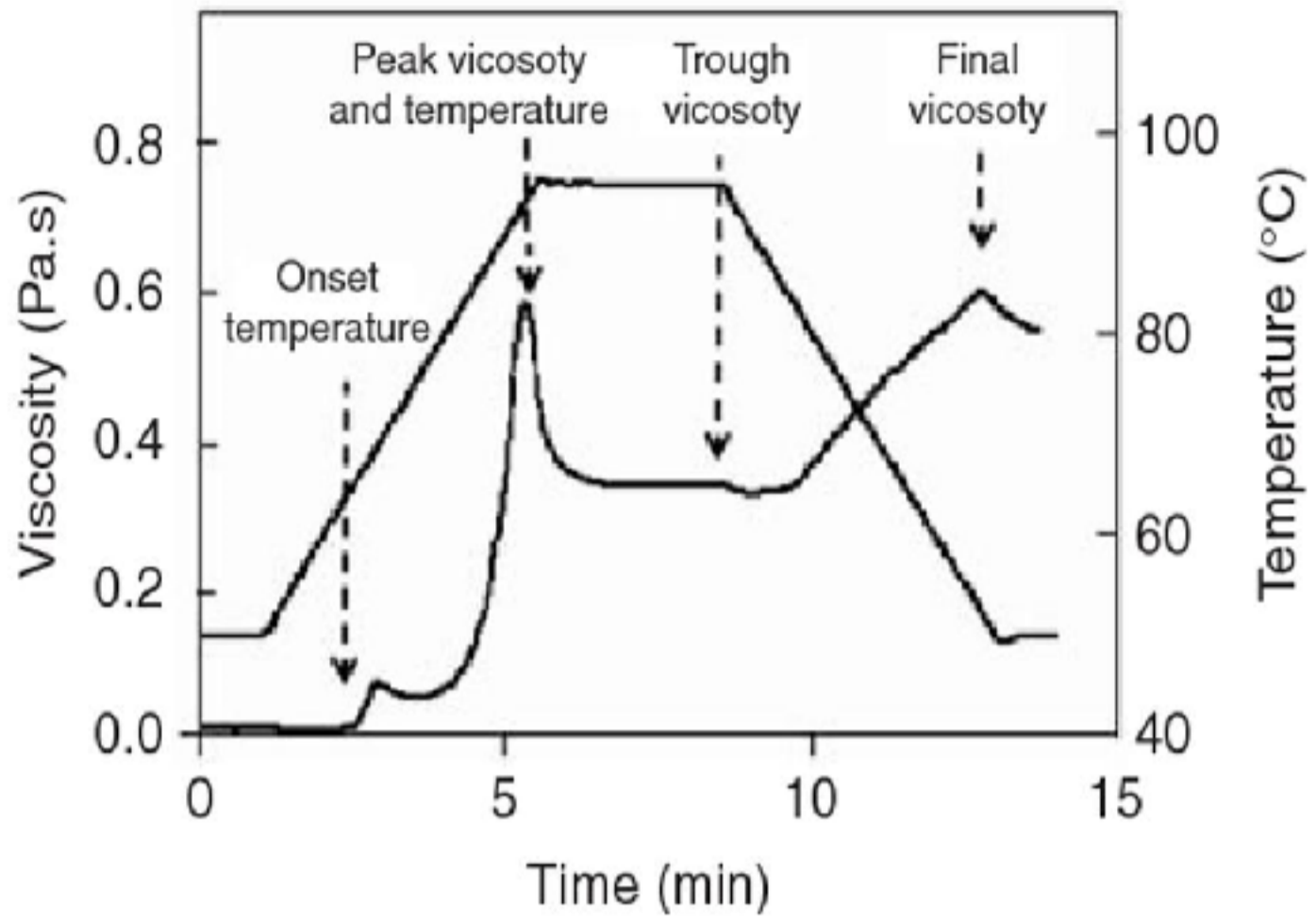


Рис. 2.2. Типове зображення результатів досліджень в'язкості зразків печива (параметри RVA) на приладі Rapid Visco Analyzer (Інструкція з користування даним приладом)

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Дослідження хімічного складу і функціональних властивостей використаного борошна

Хімічний склад борошна пшеничного рафінованого, борошна подорожника і борошна нуту наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Склад і функціональні властивості борошна подорожника, нуту і пшеничного рафінованого борошна, %

Показники	Борошно подорожника (БП)	Борошно нуту (БН)	Борошно пшеничне рафіноване (БПР)
Волога	8,8 ± 0,07	8,7 ± 0,08	11,3 ± 0,24
Зола	2,4 ± 0,03	2,6 ± 0,05	0,7 ± 0,03
Жир	1,4 ± 0,03	4,4 ± 0,04	1,4 ± 0,02
Сира клітковина	3,6 ± 0,05	1,2 ± 0,04	0,8 ± 0,04
Білок	3,0 ± 0,11	19,3 ± 0,36	11,7 ± 0,31
ВЗ (%)	167,7 ± 1,45	90,0 ± 1,73	149,3 ± 0,88
МЗ (%)	144,6 ± 0,98	149,5 ± 0,61	169,7 ± 3,18
ЗН (мл)	21,7 ± 0,88	15,1 ± 0,20	17,2 ± 0,72
ПЗ (%)	8,8 ± 0,49	35,9 ± 0,01	12,8 ± 0,49
СП (%)	77,2 ± 0,52	97,5 ± 0,30	95,7 ± 0,28
НЩ (г/мл)	0,8 ± 0,01	0,7 ± 0,01	0,7 ± 0,01
НКГ (%)	14	10	20

Значення є середніми ± SD (n=3)

ВЗ - водопоглинаюча здатність; МЗ - маслопоглинаюча здатність; ЗН - здатність до набухання; ПЗ - піноутворююча здатність; СП - стійкість піни; НЩ - насипна щільність; НКГ - найменша концентрація гелеутворення

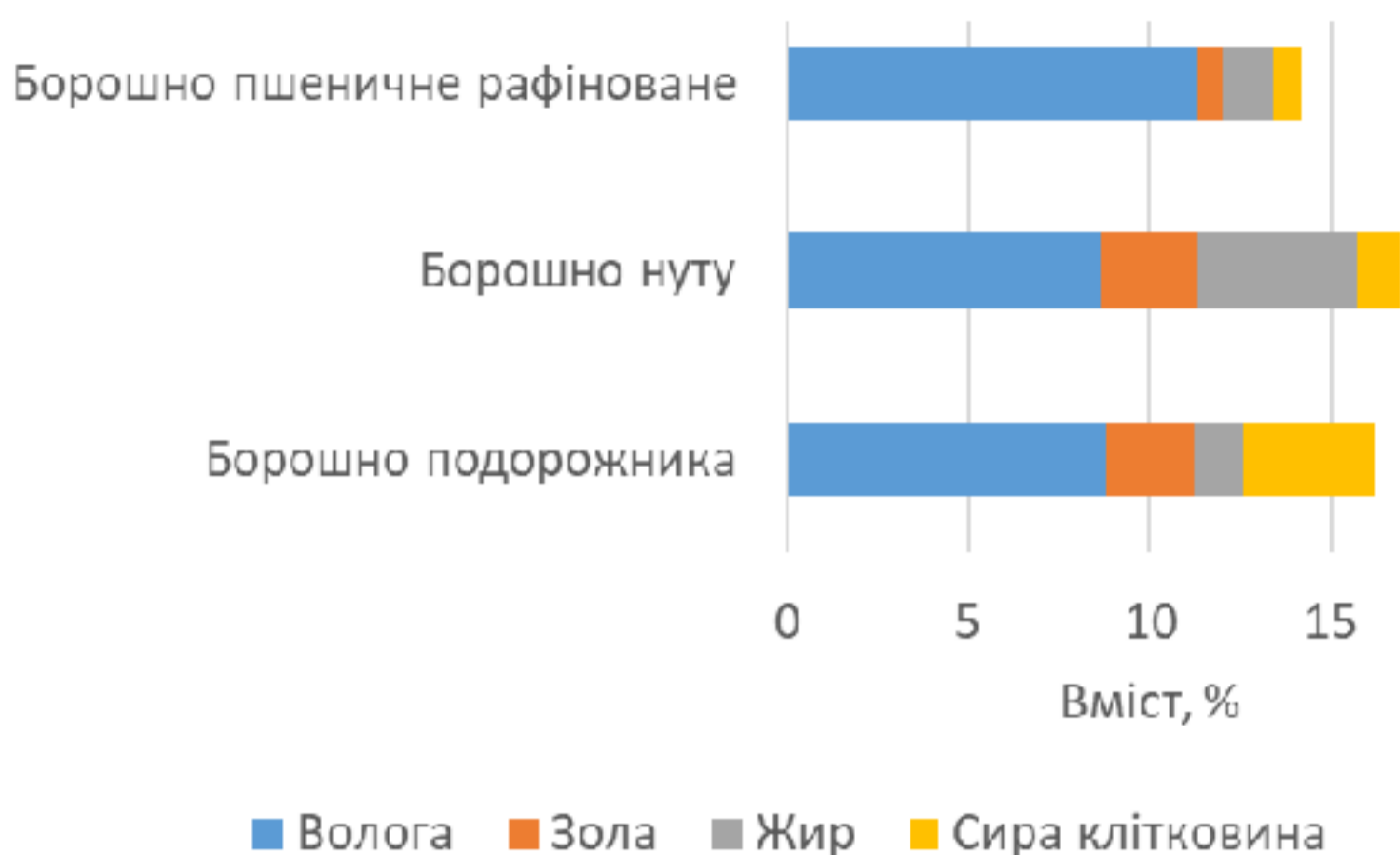


Рис. 3.1. Хімічний склад використаних видів борошна

Вміст золи у зразках борошна коливався від 0,7% до 2,6% у нутовому борошні, що показує найвищу цінність. Вміст жиру коливався від 1,4% до 4,4% і був найвищим у нутовому борошні. Великий розкид вмісту жиру (3,8% до 10,2%) серед генотипів нуту було відмічене у роботі [69]. Значення показників вмісту сирової клітковини і білку суттєво відрізнялися між трьома типами борошна. Борошно подорожника мало найвищий вміст сирової клітковини вміст (3,6%). Подібне значення про вміст сирової клітковини було повідомлено у роботі [72]. Вміст білка як і очікувалося, був найнижчим для подорожника (3,0%) і найвищим для нуту (19,3%). Значення вмісту білка в нутове борошно узгоджується з тими, про які повідомили автори досліджень [73, 84]. Оскільки вміст вуглеводів у зразках борошна розраховували за різницю, зміна вмісту вуглеводів може бути пояснюється відмінностями в інших складових. Він коливався від 63,8% до 80,8%; найнижче значення було визначено для борошна з нуту і найвище значення - для борошна подорожника.

Функціональні властивості борошна пшеничного рафінованого подорожника борошна та нутового борошна також представлені в табл. 3.1 та на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Функціональні властивості використаних видів борошна

Водопоглинальна здатність (ВЗ) у різних видів борошна достовірно відрізнялася і коливалася від 90,0% до 167,7%. Даний показник характеризує здатність продукту асоціюватися з водою в умовах, де вода є обмеженням [85]. Найвище значення показника ВЗ у борошна подорожника можна пояснити наявністю більшої кількості гідрофільних компонентів, таких як розчинна клітковина та нижчі значення змісту жиру [86]. Автори роботи [72] також повідомляли про високу водопоглинальну здатність (284%) подорожникового борошна, ніж пшеничне (65%).

Як показано у роботі [87], покращення здатності борошна до поглинання масла (показник ммаслопоглинальної здатності - МЗ) впливає на відчуття у роті та відчуття смаку. Даний показник коливався від 144,6% до 169,7%. Борошно пшеничне очищене показали найвище, а подорожникове борошно – найменше його значення. На засвоєння жиру також може впливати

ліпофільність білка [87]. Високі значення показника МГ можуть бути пояснені наявністю великої частки гідрофобних груп у порівнянні з гідрофільними групами на поверхні білкових молекул [88]. Здатність до набухання (ЗН) визначає ступінь збільшення об'єму зразка борошна при замочуванні у воді по відношенню до його початкового об'єму. Значення даного показника становило від 15,1 до 21,7 мл і найвище його значення було зафіксовано для борошна подорожника.

Піноутворююча здатність (ПЗ) зразків борошна становила від 8,8% до 35,9%. Білки можуть сприяти утворенню піни через їх поверхнево-активні властивості. Стійкість піни (СП), яка вимірюється швидкістю зменшення об'єму піни, зазвичай визначається втратою рідини в результаті дестабілізації (витік). Борошно з нуту показало найвищі значення показників піноутворюючої здатності і стійкості піни. Це може бути пов'язано з високим вмістом білка в борошні з нуту. Слід зазначити, що піни завжди покращують текстуру, консистенцію та зовнішній вигляд печива.

У роботах [8, 70, 89] відмічене, що харчовим інгредієнтам з хорошою піноутворюючою здатністю та стійкістю піни завжди необхідно віддавати переваги при їх використанні для хлібобулочних виробів.

Насипна щільність (НЩ) змінювалася від 0,7 до 0,8 г/мл, та найбільша була зафіксована для борошна подорожника. Про аналогічні результати повідомляли автори роботи [90]. Даний показник насипної щільності зразка доцільно використовувати при визначенні вимоги до упаковки, оскільки це стосується навантаження зразків, коли їх потрібно переносити, якщо покласти прямо один на одного.

Найменша концентрація гелеутворення (НКГ) вказує на індекс здатності до гелеутворення. НКГ борошна з подорожника, нуту та борошна пшеничного рафінованого становили 14, 10 і 20% відповідно. Варіація желуючих властивостей борошна була пояснена відносним співвідношенням білків, вуглеводів і ліпідів, що входять до складу борошна, і взаємодією між ними цих компонентів [91].

1.2. Дослідження хімічного складу і фізичних властивостей тіста, використаного для дослідних зразків печива

Хімічний склад і фізичні властивості дослідних зразків печива наведено в табл. 3.2.

Хімічний склад дослідних зразків печива у вигляді нормованої лінійної діаграми з накопиченням дозволило зробити порівняння хімічного складу у досліджуваних зразках печива (рис. 3.3).

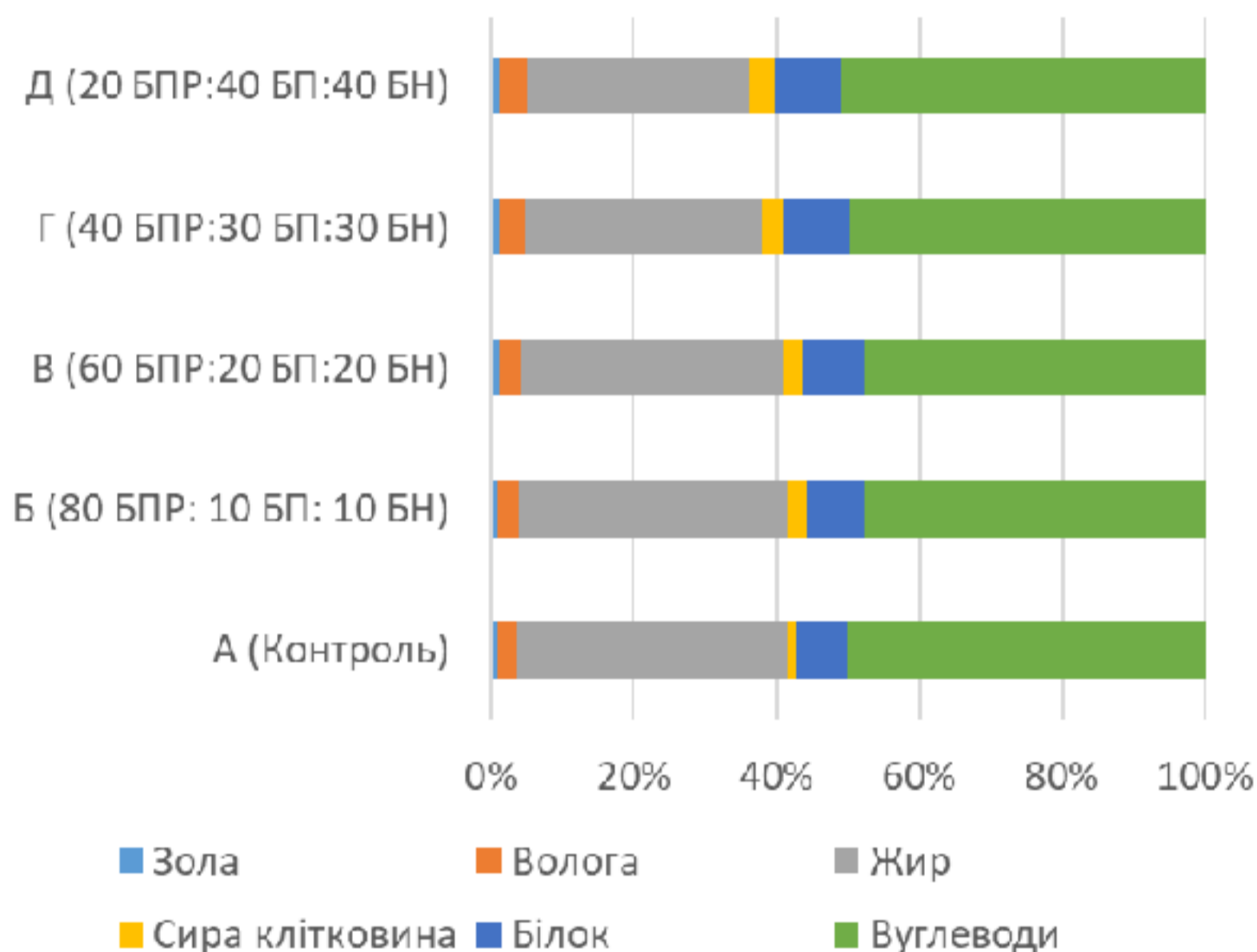


Рис. 3.3. Хімічний склад досліджуваних зразків печива

Таблиця 3.2

Хімічний склад (%) і фізичні властивості печива

	А	Б	В	Г	Д
Зола	0,9 ± 0,03	1,0 ± 0,01	1,1 ± 0,16	1,2 ± 0,02	1,2 ± 0,03
Волога	2,6 ± 0,03	2,9 ± 0,03	3,3 ± 0,03	3,7 ± 0,04	3,9 ± 0,02
Жир	38,1 ± 0,78	37,6 ± 1,09	36,5 ± 0,32	33,1 ± 0,23	31,0 ± 0,52
Сира клітковина	1,1 ± 0,07	2,7 ± 0,05	2,9 ± 0,03	3,2 ± 0,03	3,6 ± 0,07
Білок	7,1 ± 0,04	8,1 ± 0,05	8,5 ± 0,06	8,8 ± 0,05	9,2 ± 0,05
Вуглеводи	50,2	47,7	47,7	50,0	51,1
Діаметр* (см)	5,9 ± 0,13	6,2 ± 0,06	6,1 ± 0,28	6,1 ± 0,05	6,0 ± 0,28
Товщина*(см)	0,7 ± 0,03	0,8 ± 0,03	0,8 ± 0,05	0,8 ± 0,06	0,7 ± 0,08
Коефіцієнт розтікання	8,4 ± 0,03	7,7 ± 0,05	7,6 ± 0,08	7,6 ± 0,13	8,6 ± 0,05
Вага (г)	11,4 ± 0,43	10,1 ± 0,70	9,3 ± 0,41	9,4 ± 0,23	8,7 ± 0,20
% поширення	100,0	91,7	90,5	90,5	102,4
Міцність на розрив (Н)	7,2 ± 0,12	10,3 ± 0,22	18,0 ± 0,17	18,6 ± 0,23	21,1 ± 0,28

Значення є середніми ± SD (n=3); вміст вуглеводів визначали методом віднімання

*Незначна різниця

А=Контроль; Б=80 БПР: 10 БП: 10 БН; В=60 БПР:20 БП:20 БН; Г=40 БПР:30 БП:30 БН; Д=20 БПР:40 БП:40 БН

БПР - борошно пшеничне рафіноване; БП - борошно подорожника; БН - борошно з нуту

3.2.1. Аналіз хімічного складу досліджуваних зразків печива

Вміст води в розроблених зразках печива становив від 2,9% до 3,9%, що значно вище, ніж у контрольному зразку печива (2,6%). У роботі [92] було повідомлено про підвищення вологості хлібобулочних виробів з збільшенням вмісту білка. Зі збільшенням в рецептурному складі печива борошна подорожника та нуту, спостерігалось збільшення протеїну, золи та вмісту сирої клітковини. Вміст золи у печиві збільшується в міру збільшення частини заміненого борошна, і він був найвищим при 40% рівні заміщення (1,2%). Жирність печива різноманітна достовірно і коливалася від 31,0% до 38,1%. Зменшення вмісту жиру спостерігалось при збільшенні кількості заміненого борошна, оскільки це може бути через низький рівень маслопоглинаючої здатності (МЗ) борошна подорожника та нуту в порівнянні з пшеничним борошном. Підвищився вміст білка з 7,1% до 9,2% при збільшенні концентрації нутового борошна в шихтах з 0% до 40%. Збільшення у вмісті білка в печиві з добавками може бути в результаті більш високого вмісту білка в борошні з нуту. Вміст білка в печиві з добавками був значним вище, ніж у контролі. Автори дослідження [93] повідомили про більш високий вміст білка в перловці і зелені печива з додаванням грамів порівняно з контролем. В у разі печива з доповненням вмісту сирої клітковини достовірно збільшився і коливався від 2,7% до 3,6%. Збільшення вмісту сирої клітковини може бути наслідком підвищений вміст сирої клітковини в борошні подорожника і нуту ніж очищене пшеничне борошно.

3.2.2. Аналіз фізико-технологічних властивостей печива

Фізико-технологічні властивості печива, приготовленого з різних суміші борошна також наведені в табл. 3.2.

Діаметр печиво коливалася від 5,9 до 6,2 см. Печиво типу Б показав найбільший діаметр 6,2 см. Середня товщина контрольного печива становила 0,7 см та ін доповненого печива вона коливалася від 0,7 до 0,8 см.

Зміни діаметра і товщини були відображені у співвідношенні розтікання та відсотку розтікання печива (рис. 3.4, 3.5). Розповсюдження співвідношення і відсоток поширення контрольного печива становили 8,4 і 100 відповідно. Коефіцієнт розтікання та відсоток розтікання зменшилися з додаванням подорожника і нутового борошна крім при 40% рівень добавки, який мав коефіцієнт поширення та відсоткове значення розподілу, порівнянне з контрольним печивом. Слід зазначити, що найвище значення даного показника було отримано для зразка Д (20 БПР:40 БП:40 БН). Автори дослідження [84] повідомили про зменшення коефіцієнта поширення коли нут, боби та виділений соєвий білок замінили пшеничне борошно в печивах.

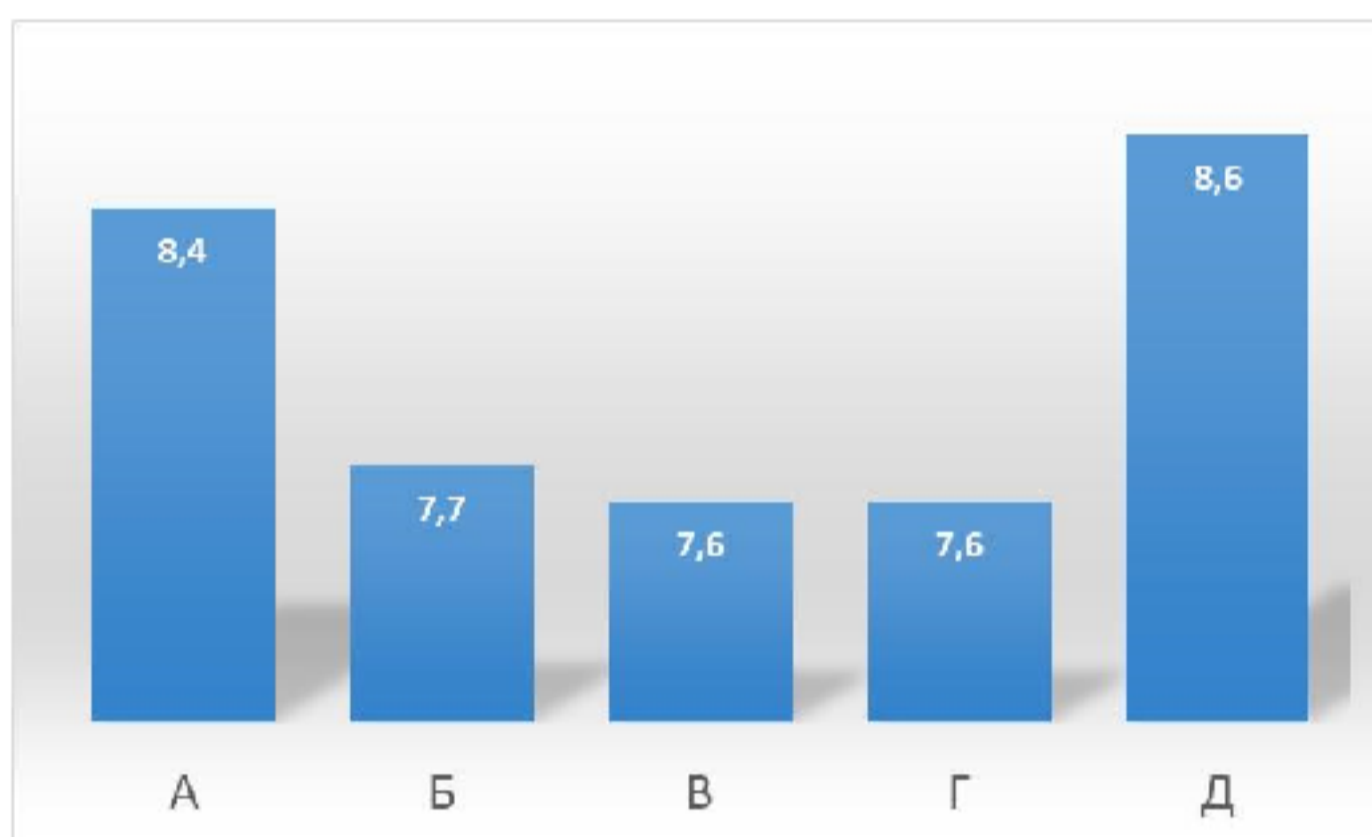


Рис. 3.4. Коефіцієнт розтікання для досліджуваних зразків печива

Маса печива зменшувалася в міру збільшення концентрації борошна подорожника та нуту збільшено в сумішах (рис. 3.6). Це ймовірно, через низькі значення маслопоглинаючої здатності борошна з подорожника та нуту. Даний показник зменшувався за майже лінійною залежністю при зменшенні вмісту пшеничного борошна та при його вмісті 20% маса печива складала 8,7 г. проти 11,4 у контрольному зразку печива.

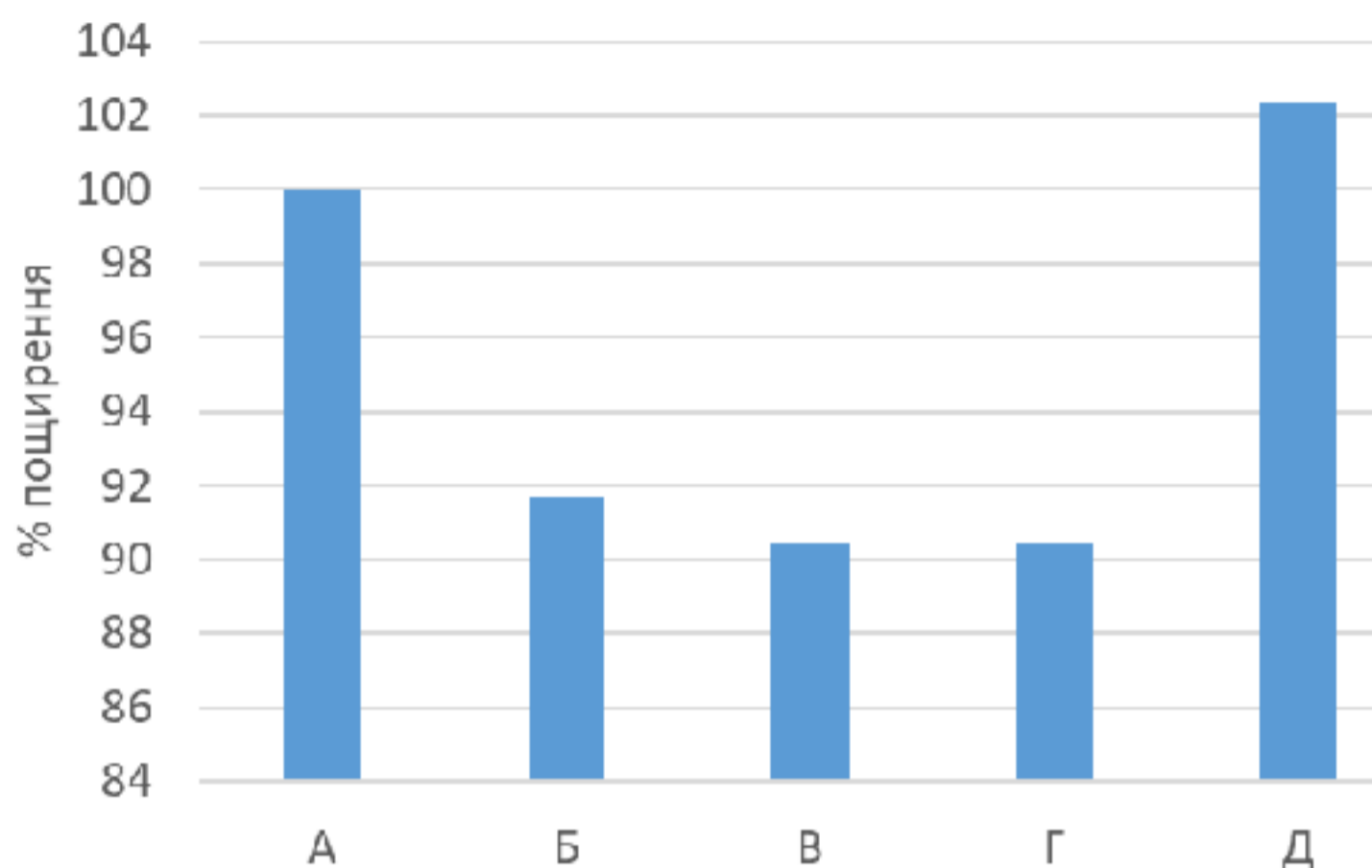


Рис. 3.5. Коефіцієнт поширення для досліджуваних зразків печива

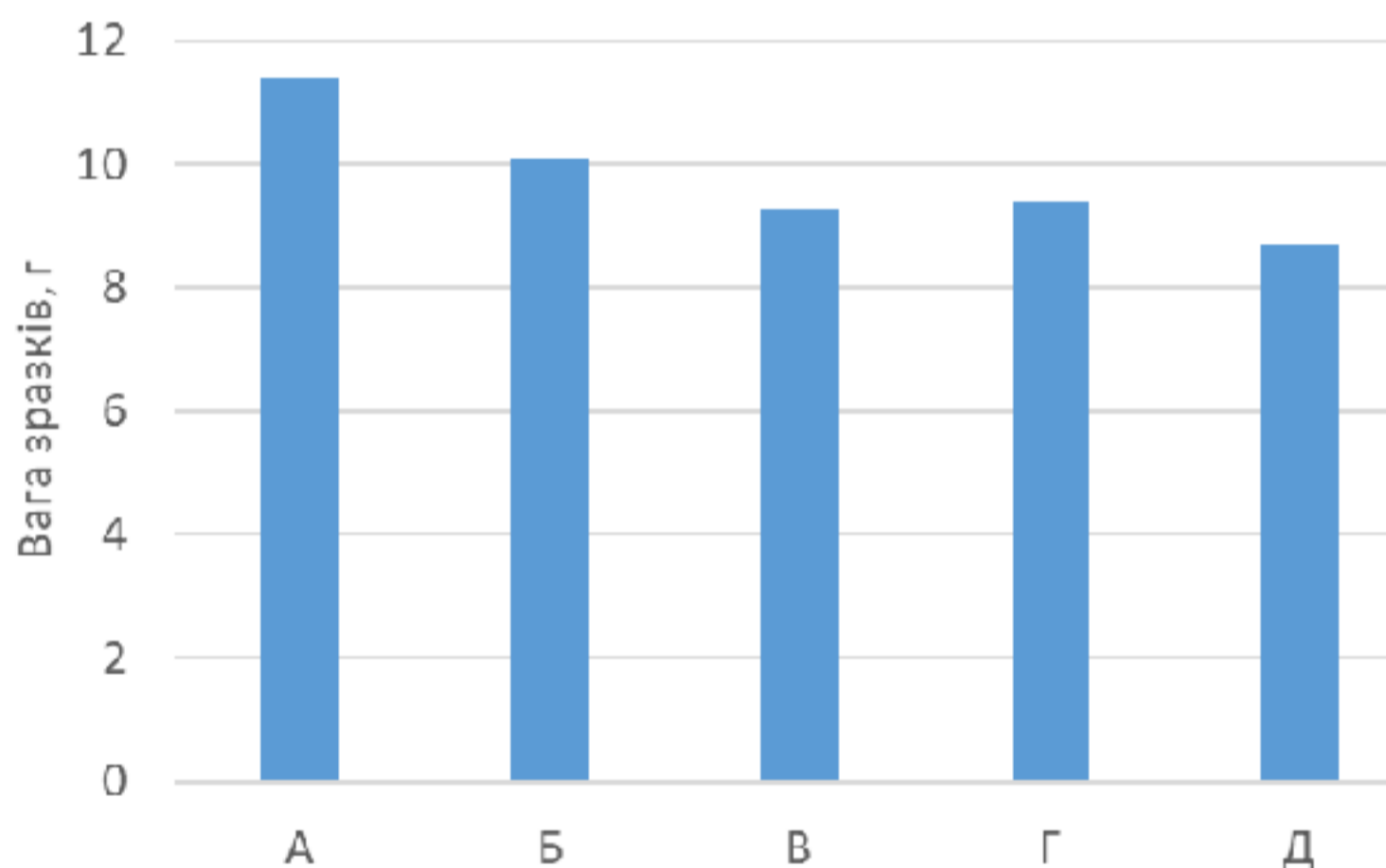


Рис. 3.6. Середні значення ваги досліджуваних зразків печива

Міцність печива на розрив (рис. 3.7) достовірно зросла с додаванням борошна з подорожника та нута і вона була найвищою при 40% концентрації (21,1 Н). Про це свідчать високі значення печиво з добавками, що свідчать, що

дані зразки було твердішими за контрольний зразок майже у три рази (7,2Н для контрольного зразка).

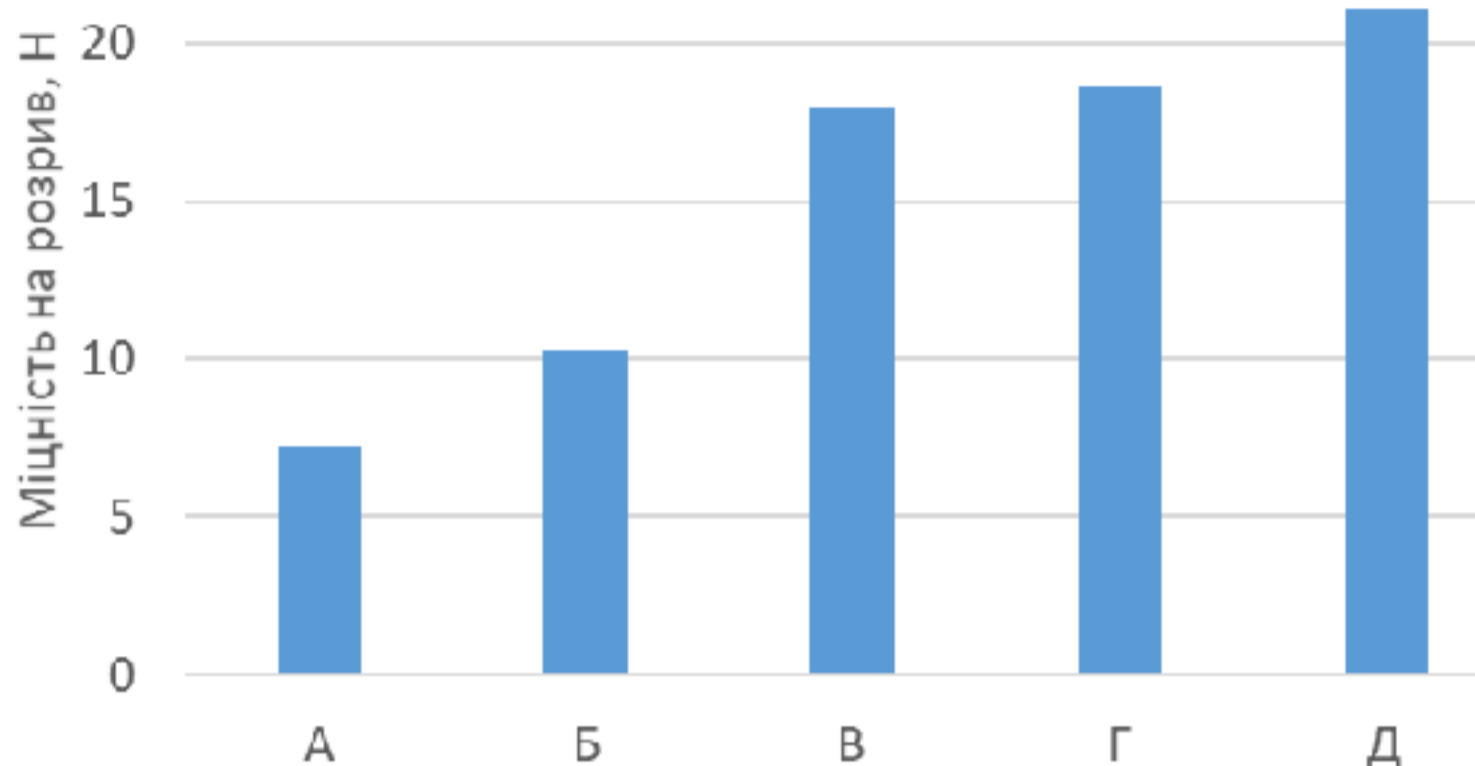


Рис. 3.7. Міцність на розрив досліджуваних зразків печива

3.3. Результати дослідження в'язкості зразків тіста

Результати дослідження пастоподібних властивостей пшеничного та комбінованого борошна були отримані на аналізаторі Rapid Visco Analyzer – RVA та вираженого у одиницях RVU (1 RVU = 12 сантипуаз) (табл. 3.3 та рис. 3.8). Результати показують, що контрольний зразок печива показує максимальні значення параметрів в'язкості (пікова в'язкість, мінімальна в'язкість, руйнування, кінцева в'язкість, проміжна в'язкість та температура). Результати показують, що параметри в'язкості (пікова в'язкість, мінімальна в'язкість, проміжна в'язкість, кінцева в'язкість і температура) знижувалися зі збільшенням додавання борошна подорожника або нуту в рецептурний склад печива. Так само було встановлено, що змішування борошна подорожника та нуту значно зменшує параметри в'язкості. В'язкість тіста поступово зменшується при зменшенні частки борошна пшеничного очищеного. Зафіксовані зміни показників в'язкості можуть бути пояснені низькою в'язкістю тіста з подорожника та нуту борошно. Отримані результати добре узгоджуються з результатами, наведеними у роботі [94, 95].

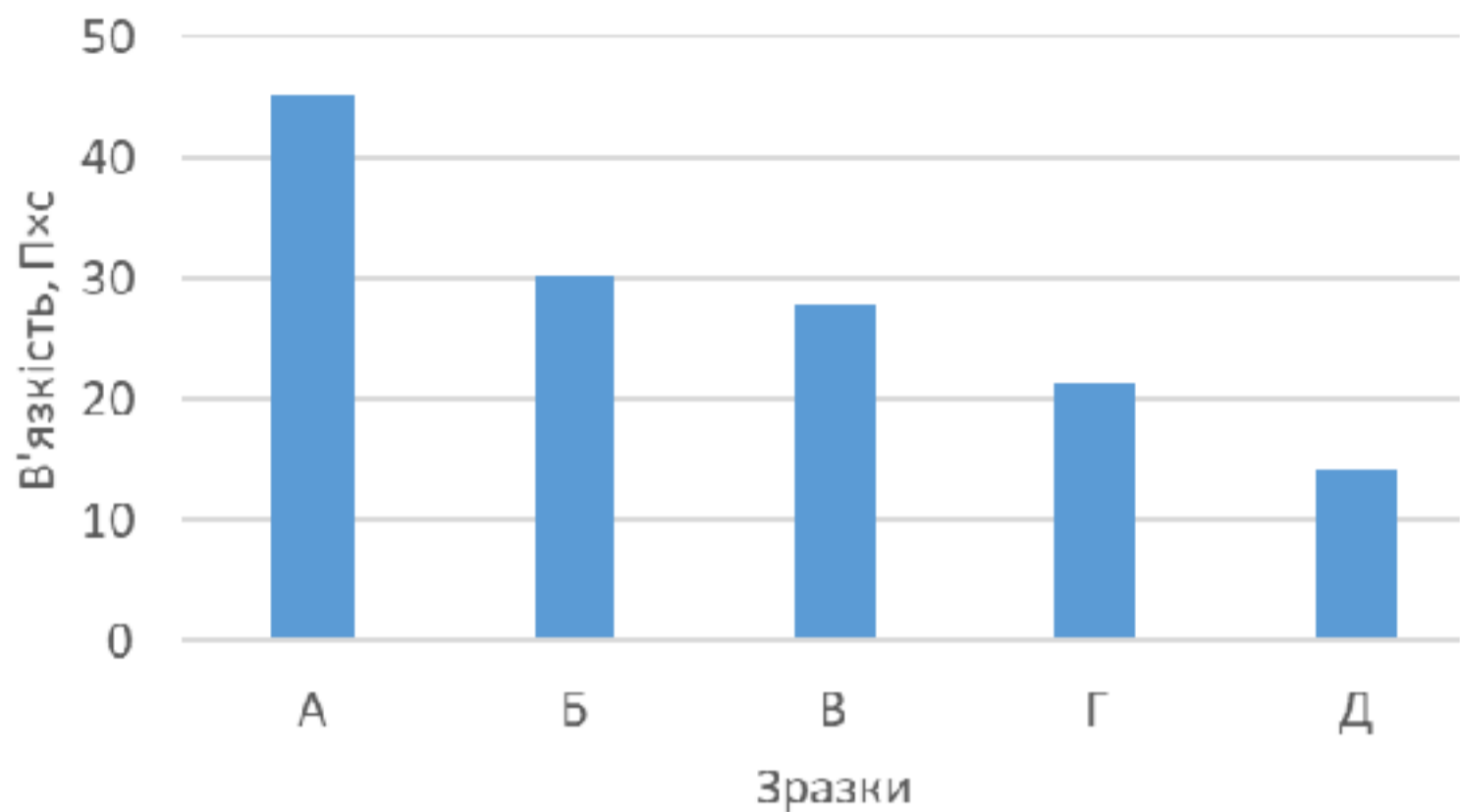


Рис. 3.8. Залежність в'язкості тіста для печива від використаної суміші борошна.

А=Контроль; Б=80 БПР: 10 БП: 10 БН; В=60 БПР:20 БП:20 БН; Г=40 БПР:30 БП:30 БН; Д=20 БПР:40 БП:40 БН.

БПР - борошно пшеничне рафіноване; БП - борошно подорожника; БН - борошно з нуту

Отримані значення фізико-технологічних показників досліджуваних зразків печива є обов'язковими при практичній реалізації технології печива підвищеної якості на виробництві: коефіцієнт розтікання, % поширення та геометричні розміри печива необхідно враховувати при налаштування розміщення шприців для дозування тіста на конвейерну стрічку при безперервному способі виробництва печива; масу печива та міцність на розрив необхідно враховувати при проектування упаковки для даного печива та організації складських робіт; в'язкість тіста необхідно враховувати при розрахунках потужності насосів, які нагнітають тісто у шприци для його дозування.

Таблиця 3.3

Показники в'язкості пшенично-амарантової муки

Зразки	Пікова в'язкість (PV)	Мінімальна в'язкість (TV)	Проміжна в'язкість (TV)	Кінцева в'язкість (FV)	Температура РТ (° С)
А (Контроль)	117,03 ± 3,0	71,21 ± 1,23	45,18 ± 0,9	139,99 ± 1,2	85,39 ± 1,09
Б	98,13 ± 2,86	67,93 ± 2,05	30,2 ± 2,41	128,03 ± 2,37	84,05 ± 0,56
В	79,05 ± 5,71	64,42 ± 1,86	27,73 ± 1,7	89,13 ± 1,59	78,98 ± 0,16
Г	78,56 ± 4,30	61,15 ± 2,13	21,26 ± 1,1	85,00 ± 4,12	78,11 ± 0,54
Д	76,59 ± 3,39	48,35 ± 1,16	14,05 ± 2,14	74,99 ± 3,69	75,45 ± 0,23

А=Контроль; Б=80 БПР: 10 БП: 10 БН; В=60 БПР:20 БП:20 БН; Г=40 БПР:30 БП:30 БН; Д=20 БПР:40 БП:40 БН

БПР - борошно пшеничне рафіноване; БП - борошно подорожника; БН - борошно з нуту

Наведені значення є середніми значеннями зі стандартним відхиленням при трьох визначеннях ($n = 3$).

3.4. Дослідження сенсорних характеристик зразків печива

Ефекти включення борошна подорожника та нуту на сенсорні характеристики печива представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Сенсорні якісні характеристики печива

Зразки	Колір	Зовнішній вигляд	Запах	Текстура	Смак	Загальна прийнятність
А	7,7 ± 0,13	7,1 ± 0,07	7,6 ± 0,11	7,0 ± 0,13	7,4 ± 0,12	7,3 ± 0,10
Б	7,3 ± 0,15	6,7 ± 0,13	7,1 ± 0,09	7,1 ± 0,19	7,5 ± 0,18	7,2 ± 0,28
В	7,3 ± 0,17	7,3b ± 0,15	7,4 ± 0,18	6,9 ± 0,11	7,0 ± 0,15	7,3 ± 0,22
Г	6,7 ± 0,20	6,1 ± 0,25	6,0 ± 0,15	5,3 ± 0,18	5,7 ± 0,22	6,1 ± 0,13
Д	6,4 ± 0,11	6,0 ± 0,20	6,1 ± 0,13	5,3 ± 0,16	6,0 ± 0,14	6,1 ± 0,15

Значення є середніми ± SD (n=10)

А=Контроль; Б=80 БПР: 10 БП: 10 БН; В=60 БПР:20 БП:20 БН; Г=40 БПР:30 БП:30 БН; Д=20 БПР:40 БП:40 БН

З метою візуалізації різниці у значеннях сенсорних оцінок досліджуваних зразків печива була побудована профілограма сенсорних властивостей (рис. 3.9).

При підвищенні рівня борошна з подорожника і нута в рецептурі печива, сенсорні бали для колір, консистенція, зовнішній вигляд і смак печива зменшилися. Однак печиво з заміною очищеної пшениці борошно до 20% БП і 20% БН були більш-менш подібними контролювати печиво щодо кольору, смаку, аромату, текстури та загальної прийнятності. Підвищення рівнів включення борошна з подорожника та нута вище 20% призвело до вірогідного зниження показника якісних характеристик і цей ефект зменшення був більш вираженим у текстура печива, як і вироблене печиво набагато твердіша за

текстурою. Заміна у рецептурному складі очищеного пшеничного борошна до 20% борошна подорожника та нута збагачене білком печиво є помірно бажаним загальним показником прийнятність.

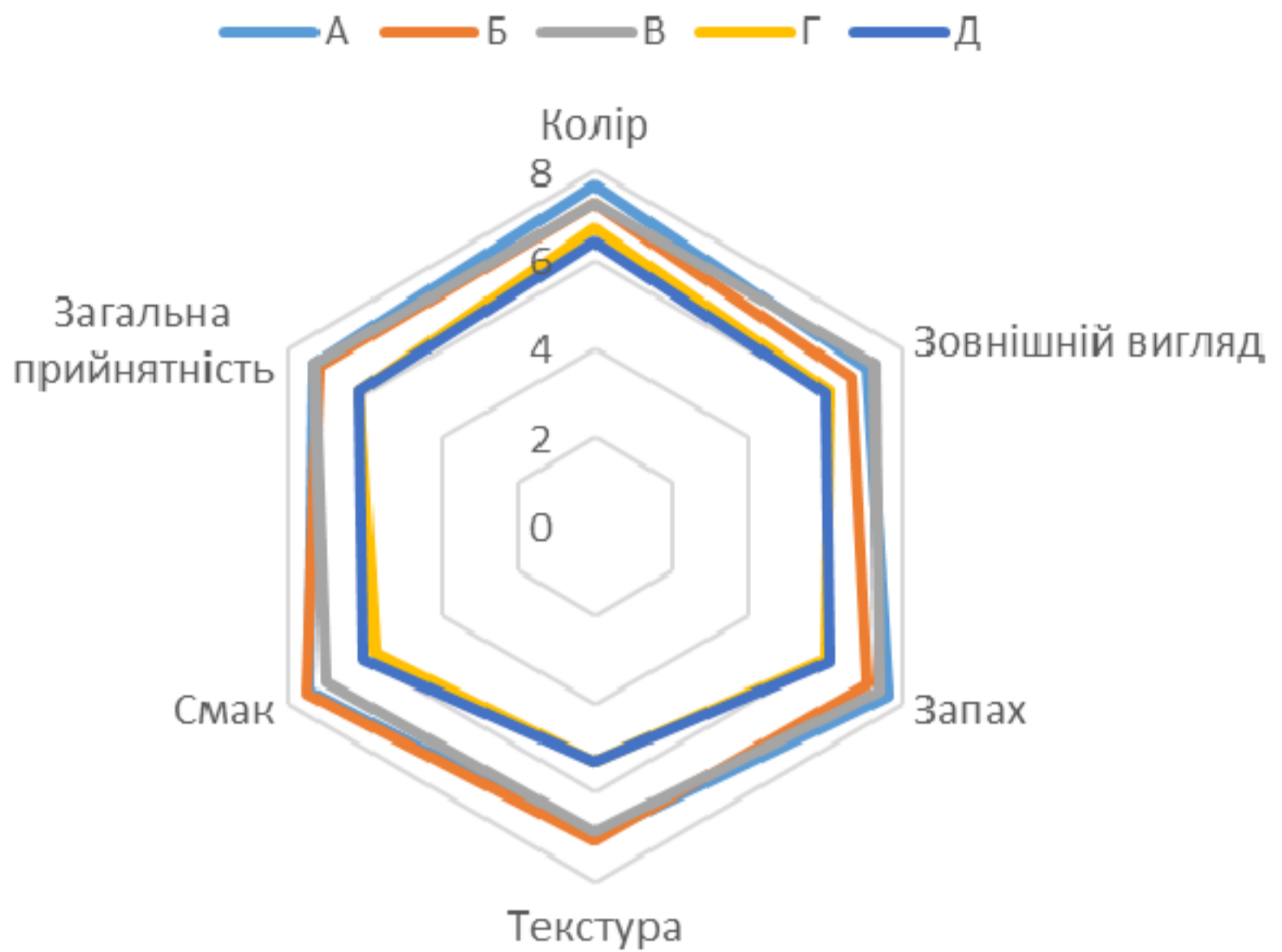


Рис. 3.9. Профілограма сенсорних властивостей дослідних зразків печива

ВИСНОВКИ

Вдосконалення технології печива додаванням суміші борошна з подорожника та нута є актуальним напрямом і відповідає останнім тенденціям в хлібопекарській промисловості.

Порівняльні дослідження хімічного складу і функціональних властивостей борошна з подорожника, нуту і пшеничного рафінованого борошна, дозволило обґрунтовано вирішити питання їх відсоткового складу у рецептурі печива.

Борошно з подорожника має вищий вміст сирової клітковини (3,6%) та вуглеводів (80,8%), тоді як борошно з нуту має найвищий вміст білка (19,3%) та жиру (4,4%). Борошно з подорожника показало найвище водопоглинання (167,7%) та найнижче значення маслопоглинаючої здатності (144,6%). Борошно з нуту показало найвищу піноутворюючу здатність та стабільність піни. Товщина та діаметр печива достовірно не відрізнялися. Коефіцієнт поширення та відсоток поширення зменшувалися з додаванням борошна з подорожника та нуту до концентрації 30%. Міцність печива на злам значно збільшилася з додаванням борошна з подорожника та нуту та була максимальною при 40% даних інгредієнтів (21,1 Н). Вміст білка та сирової клітковини у печиві значно збільшилися з 7,1 до 9,2% та з 1,1 до 3,6%, відповідно, зі збільшенням частки борошна з нуту та подорожника у сумішах.

Отримані значення фізико-технологічних показників досліджуваних зразків печива є необхідними при практичній реалізації технології печива підвищеної якості на виробництві: коефіцієнт розтікання, % поширення та геометричні розміри печива необхідно враховувати при налаштування розміщення шприців для дозування тіста на конвейерну стрічку при безперервному способі виробництва печива; масу печива та міцність на розрив необхідно враховувати при проектування упаковки для даного печива та організації складських робіт; в'язкість тіста необхідно враховувати при

розразунках потужності насосів, які нагнітають тісто у шприци для його дозування.

Органолептичні властивості печива, приготовленого із заміною рафінованого пшеничного борошна до 20% на борошно з подорожника і нуту, були близькими до аналогічних показників у контрольному печиві.

Отримані результати можуть бути використані на підприємствах хлібобулочних виробів та у навчальному процесі при підготовці здобувачів за спеціальністю «Харчові технології».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Cookies Market Size, Share, Analysis & Forecast Report», 2025. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/cookies-market> (Дата звернення 24.04.2023).
2. Cookies Market Size, Share & Industry Analysis, By Product Type. <https://www.fortunebusinessinsights.com/enquiry/request-sample-book/cookies-market-102558> (Дата звернення 24.04.2023).
3. «Аналіз ринку, стратегічний консалтинг, маркетингові дослідження». <https://pro-consulting.ua/ua>. (Дата звернення 24.04.2023).
4. «Новітні тенденції на ринку виробництва печива та кондитерських виробів». <https://harch.tech/2021/03/29/amf/>. (Дата звернення 24.04.2023).
5. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., БУХКАЛО С. У., КАПУСТЯНКО П. О., «Загальна технологія харчових виробництв».- К.: Вища школа., 2005 496 стр.
6. Indrani S, Savithri GD, Venkateswara Rao G (1997) Effect of defatted soy flour on the quality of buns. *J Food Sci Technol* 34:440–442.
7. Tsen CC, Peters EM, Schaffer T, Hoover WJ (1973) High protein cookies. Effect of soy fortification and surfactants. *Bakers Digest* 47:34–37.
8. Akubor P (2003) Functional properties and performance of cowpea/plantain/ wheat flour blends in biscuits. *Plant Food Hum Nutr* 58:1–8.
9. Hooda S, Jood S (2005) Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chem* 90:427–435.
10. Claughton SM, Pearce RJ (1989) Protein enrichment of sugar-snap cookies with sunflower protein isolates. *J Food Sci* 54:354–356.
11. Potter NN (1986) *Food science*, 4th edn. Van Nostrand Reinhold, Inc., New York.
12. Сокол, Н. В. Нетрадиционное сырье в производстве хлеба функционального назначения [Текст] / Н. В. Сокол, Н. С. Храмова, О. П. Храмова // *Хлебопечение России*. – 2011. – № 1. – С. 16-18.

13. Milner, J. Functional foods: The US perspective [Текст] / J. Milner // *American Journal of Clinical Nutrition*. – 2010. – Т. 71 (6). – С. 1654-1659.
 14. V. Sukmanov, A. Ukrainets, V. Zavyalov, A. Marynin. Research of extraction of biologically active substances from grape pomace by subcritical water. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies* Volume 5, Issue 11-89, 2017, P. 70-80.
 15. Sueiro, L. Chemopreventive Potential of Flavonoid Extracts from Plantation-Bred and Wild *Aronia melanocarpa* Fruits [Текст] / L. Sueiro, G. G. Yousef, D. Seigler et al. // *Journal of Food Science*. – 2006. – Vol.71. – Issue 8. – С. 480-488.
 16. Лисюк, Г. М. Шляхи підвищення харчової цінності пісочного печива [Текст] / Г. М. Лисюк, А. М. Чуйко, О. Г. Шидакова-Каменюка // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. – Вип. 1. – Харків : ХДУХТ, 2005. – С. 207-211.
 17. Сокол, Н. В. Использование вторичных сырьевых ресурсов АПК в производстве хлеба лечебно-профилактического назначения [Текст] / Н. В. Сокол, О. П. Храпко // *Научный журнал «Университет. Наука. Идеи и решения»*. – Краснодар: «ЭДВИ». – 2010. – № 1. – С. 218-221.
 18. Position of the American Dietetic Association: functional foods [Текст] // *Journal of American Dietetic Association*. – 2009. – Т. 109 (4). – С. 735-746.
 19. Биологически активные криас-добавки в новом поколении продуктов питания с повышенной биологической ценностью [Текст] / Под ред. Ю.Л. Гальчинецкой. – Харьков: «НПП "Криас-1"», 2010. – 89 с.
 20. Peng, X. The effects of grape seed fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread [Текст] / X. Peng, J. Ma, K. Cheng et al. // *Food Chemistry*. – 2010. – Т. 119 (1). – С. 49-53.
 21. Храпко, О. П. Использование пектиновых экстрактов и настоев лекарственных растений в технологии функционального хлеба [Текст] / О. П. Храпко, Н. В. Сокол // *Материалы VII международной научно-практической конференции «Инновации и современные технологии в производстве и*
- Ставрополь: АГРУС. – 2012. – С. 160-165.

22. Стеценко, Н. О. Печиво оздоровчої дії, збагачене порошком глуду та обліпиховою олією / Н.О. Стеценко // Modern engineering and innovative technologies. – 2022. – Issue №22, P. 1. – Pp. 82–86.
23. Антоненко, А. В., Бровенко, Т. В., Василенко, О. В., Стукальська, Н. М., Криворучко, М. Ю., & Толок, Г. А. (2022). Технологія кондитерських виробів з використанням порошоків тропічних рослин. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (3), 100-109.
24. Мазаракі А.А. Технологія харчових продуктів функціонального призначення. Київ: КНТЕУ. 2012. 1116 с.
25. Львович И.Я. Перспективные тренды развития науки: техника и технологии. Одеса: КУПРИЕНКО СВ. 2016. 197 с.
26. Земліна Ю.В. Технологія борошняних страв на основі нетрадиційної сировини. Науковий журнал «Вчені записки» ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки», Том 30 (69). 2019. №4. С. 77-82.
27. Михайлик В.С. Технологія та якість печива зі шротами олійних культур. Харчова наука і технологія: науково-виробничий журнал. 2016. № 1. С. 72–77.
- 28 19. Кравченко М.Ф., Криворучко М.Ю. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророщеного зерна пшениці. Товари і ринки: міжнародний науково-практичний журнал. 2012. № 1. С. 82–88.
29. Антоненко А.В. Борошно з пророщеного зерна вівса як основа для борошняних кондитерських виробів. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2014. № 46 (1). С. 149–153.
30. Журавська А.А. Новітні технології кондитерських виробів підвищеної харчової цінності. Научные труды SWorld. 2013. № 1. С. 73–77.
31. Довга О.О., Ліфіренко О.С. Удосконалення технології борошняних кулінарних виробів для харчування дітей. Научный взгляд в будущее: международное периодическое научное издание. 2016. № 3. С. 4–11.

32. О.Г. Шидакова-Каменюка, М.П. Головка, І.С. Роговий, А.Л. Рогова. Застосування принципів кваліметрії для оцінювання якості печива з додаванням напівфабрикату кісткового харчового. 2015. Харків, ХДУХТ.
33. Лисюк Г. М. Технологія борошняних кондитерських виробів з використанням ядра соняшникового насіння : монографія / Г. М. Лисюк, О. Г. Шидакова-Каменюка, І. М. Фомина. – Харків : ХДУХТ, 2009. – 145 с.
34. Яна Бачинська. Формування споживних властивостей цукрового печива за рахунок використання шроту з насіння гарбуза. *Траєкторія Науки–Path of Science*. 2018. Vol. 4, No 6. С. 101-108.
35. Бородай, Д. В., & Бачинська, Я. О. (2013). Товарознавчі аспекти якості печива пісочного здобного підвищеної біологічної цінності з додаванням суміші харчових волокон. *Праці ТДАТУ*, 13, 126–133].
36. Яременко, О. М. (2010). Удосконалення технології печива шляхом зниження глікемічності, калорійності та покращення фізіологічної цінності (Автореферат кандидатської дисертації). Київ: НУХТ.
37. Горбаньова, Ю., Пашенко В., & Калмикова, Я. (2013). Цукрове печиво підвищеної харчової цінності. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 4, 21.
38. Денисенко, Т. М. (2007). Товарознавчі дослідження борошняних кондитерських виробів підвищеної біологічної цінності (Автореферат кандидатської дисертації). Київ: КНТЕУ.
39. Оболкіна, В. (2013). Вміст рослинних БАД у кондитерських виробах. *Науковці-переробникам*, 1, 17–19.
40. Бачинська, Я. О., Непочатих, Т. А., & Бородай, Д. В. (2013). Шляхи підвищення біологічної цінності кондитерських виробів та вдосконалення технології виробництва печива з використанням. *Хлібопродукти: технологія та якість*, 3, 27–30.
41. Козлов, Г. Ф., & Козак, В. М. (2006). Внесение сухой пивной дробины в сахарное печенье повышает намокаемость готовых изделий, энергетическую ценность. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 3, 13.

42. Tkachenko A., Pakhomova I. Consumer properties improvement of sugar cookies with fillings with non-traditional raw materials with high biological value // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 3, Issue 11 (81). P. 54–61.

43. Била Е. Ю., Кирпиченкова О. Н. Технология песочного печенья повышенной пищевой ценности // Теория и практика современной науки. 2017. No 6 (24).

44. Структурно-механічні властивості житньо-пшеничного тіста з клітковиною гороху / Сильчук Т. А., Назар М. І., Карпенко Т. С., Доценко В. Ф., Цирульнікова В. В. // Харчова наука і технологія. 2015. No 2. С. 86–89.

45. Криворучко М., Форостяна Н. Реологічні властивості пшеничного тіста з кокосовою клітковиною // Товари і ринки. 2016. No 2. С. 177–184.

46. Цитрусовые волокна Herbacel AQ Plus–тип N. Спецификации для пищевых добавок и рецептуры. URL: [http:// spccin.ru/kletchatka/109.htm](http://spccin.ru/kletchatka/109.htm) (Дата звернення 23.04.2023)

47. Рензязева Т. В., Мерман А. Д. Моделирование рецептур печенья функционального назначения // Техника и технология пищевых производств. 2013. No 1. С. 35–41.

48. Гордієнко Л. В., Жидецька І. В. Вплив співвідношення рецептурних компонентів на реологічні властивості емульсії для пісочного тіста // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2010. Т. 1, Вип. 38. С. 214–217.

49. Maner S., Sharma A. K., Banerjee K. Wheat Flour Replacement by Wine Grape Pomace Powder Positively Affects Physical, Functional and Sensory Properties of Cookies // Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences. 2017. Vol. 87, Issue 1. P. 109–113.

50. Influence of grape seeds powder on preservation of fats in confectionary glaze / Gorodyska O., Grevtseva N., Samokhvalova O., Gubsky S., Gavrish T., Denisenko S., Grigorenko A. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 6, Issue 11 (86). P. 36–43.

51. Михайлик В. С., Ткаченко Л. В. Інноваційна технологія пісочного печива // SWorld. Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education. 2014.

52. Юрченко С. Л., Колеснікова М. Б., Юрченко Е. П. Удосконалення рецептурного складу пісочного печива з використанням клітковини // Молодий вчений. 2016. № 3 (30). С. 284–287.

53. Зміна якості цукрового печива з внесенням пребіотичної добавки / Коркач Г. В., Крусир Г. В., Єгорова А. В., Кушнір Ю. Р. // Харчова наука та технологія. 2015. Т. 9, № 3. С. 49–56.

54. Вплив мікробних полісахаридів на властивості пшеничного борошна/ Самохвалова О. В., Чернікова Ю. О., Олійник С. Г., Касабова К. Р. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2015. Т. 6, № 10 (78). С. 11–15.

55. Перспективи використання шротів горіхової сировини для збагачення борошняних кондитерських виробів/ Шидакова-Каменюка О. Г., Новік Г. В., Касабова К. Р., Кравченко О. І. // Прогресивні техніка та технологія харчових вироб-ництв, ресторанного господарства та торгівлі. 2015. Вип. 2. С. 69–81.

56. Шидакова-Каменюка О. Г., Новік Г. В., Болховитина Е. А. Анализ содержания основных пищевых веществ в продуктах переработки грецкого и кедрового ореха // Scientific Letters of Academic of Michal Baludansky. 2017. No 5 (4). С. 121–124.

57. Wang, F., Sukmanov, V., & Zeng, J. (2019). Effect of ultrafine grinding on functional properties of soybean by-products. Ukrainian Food Journal, 8(4), 687-903.

58. Wang, F., Sukmanov, V., & Zeng, J. (2020). Effect of ultrafine grinding and high pressure technology on functional properties of soybean by-products. Ukrainian Food Journal, 9(1), 120-259.

59. Wang, F., Sukmanov, V., Zeng, J., & Jiang, J. (2020). Improving the quality of soybean by-products by physical methods during its use in bakery technology. Review. Ukrainian Food Journal, 9(3).
60. Wang, F., Sukmanov, V., & Zeng, J. (2021). Effect of the addition of soybean dregs treated by ultrafine grinding and microwave technology on the quality of crispy biscuits. Ukrainian Food Journal, 10(4).
61. Wang, F., Zeng, J., Gao, H., & Sukmanov, V. (2021). Effects of different physical technology on compositions and characteristics of bean dregs. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 73, 102789.
62. Wang, F., Zeng, J., Tian, X., Gao, H., & Sukmanov, V. (2022). Effect of ultrafine grinding technology combined with high-pressure, microwave and high-temperature cooking technology on the physicochemical properties of bean dregs. LWT - Food Science and Technology, 154, 112810.
63. Fang Wang, Jie Zeng, Sukmanov V.A. High pressure and ultra fine grinding in soy waste processing technologies. XV-й Міжнародний форум молоді "МОЛОДЬ І СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА У ХХІ СТОРІЧЧІ". Збірка матеріалів форуму. – Харків: ХНТУСГ. 2019. 356с.
64. Fang Wang, Sukmanov V., Jie Zeng. Effect of high pressure treatment and physical properties of ultrafine grinding on physicochemical properties of soybean residue. Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнародна науково-практична конференція, 15 травня 2019 р. : [тези у 2-х ч.] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2019. – Ч. 1. – 316, [XII] С 41-42.
65. Fang Wang, Valerii Sukmanov, Jie Zeng. Effect of ultrafine grinding on functional properties of soybean by-products. Матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції. "Сучасні напрямки технології процесів переробних і харчових виробництв", 8 листопада, Харків, 2019, С.93.
66. Фанг Ванг, Валерій Сукманов, Цзе Цзє. Вплив ультратонкого помелу вторинної сировини від переробки сої на її функціональні властивості. Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів

і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", 2–3 квітня 2020 р. – Київ: НУХТ. – Ч.1. с. 21.

67. V. Sukmanov, F. Wang. Effect of bean dregs powder treated by ultrafine grinding and microwave on dough properties and quality of hard biscuits. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» та «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві»*. – К.: НУХТ, 2022. – 190 с.

68. Anon (2002) Global Conference on banana and plantain, Organized by association for Improvement in Production and Utilization of Banana, New Delhi, International Network for Improvement of Banana, Montpellier (France) and FAO, 28–31 Oct, Bangalore, India.

69. William PC, Singh U (1987) Nutritional quality and the evaluation of quality in breeding programmes. In: SaxenaMC, Singh KB (eds) *The chickpea*. CAB International/ICARDA, Wallingford, pp 329–356

70. Akubor PI, Ukwuru (2003) Functional properties and biscuit making potential of soybean and cassava flour blends. *Plant Food Hum Nutr* 55:1–12.

71. Olaoye OA, Onilude AA, Idowu OA (2006) Quality characteristic of bread produced from composite flour of wheat, plantain and soybeans. *Afri J Biotechnol* 5:1102–1106.

72. Mepba HD, Eboh L, Nwaojigwa SU (2007) Chemical composition, functional and baking properties of wheat-plantain composite flours. *AJFAND* 7:1–22.

73. Singh U, Williams PC, Petterson DS (1997) Processing and grain quality of cool season food legumes to meet the market demands. In *Proceedings, International Food Legume Research Conference (26–30 September 1997)*, Adelaide, Australia.

74. Chandrasekharappa G (1979) Nutritional quality of the blends of wheat and rice with bengal gram, red gram and black gram. *Nutr Rep Int* 18:401–410.

75. Iyer L, Singh U (1997) Functional properties of wheat and chickpea flour blends. *Food Australia* 49:27–31.

76. AOAC (1990) Official methods of analysis, 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
77. Sosulski FW, Ganat MD, Slinkard AF (1976) Functional properties of ten legume flours. *Can Inst Food Sci Technol J* 9:66–74.
78. Okaka JC, Potter NN (1977) Functional and storage properties of cowpea-wheat flour blends in breadmaking. *J Food Sci* 42:822–833.
79. Coffman CW, Garcia VV (1977) Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. *J Food Technol* 12:473–480.
80. Narayana K, Narasinga Rao MS (1982) Functional properties of raw and heat processed winged bean flour. *J Food Sci* 42:534–538.
81. Rababah TM, Al-Mahasneh MA, Ereifej KI (2006) Effect of chickpea, broad Bean, or isolated soy protein (ISP) additions on the physicochemical and sensory properties of biscuits. *J Food Sci* 71:438–442.
82. Taha M. Rababah, Majdi A. Al-Mahasneh, Khalil I. Ereifej. Effect of Chickpea, Broad Bean, or Isolated Soy Protein Additions on the Physicochemical and Sensory Properties of Biscuits. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*—Vol. 71, Nr. 6, 2006. 438-442.
83. Ranganna S (1979) Hand book of analysis and quality control for fruits and vegetables products, 2nd edn. Tata Mcgraw Hill Publ Co, New Delhi.
84. Rababah TM, Al-Mahasneh MA, Ereifej KI (2006) Effect of chickpea, broad Bean, or isolated soy protein (ISP) additions on the physicochemical and sensory properties of biscuits. *J Food Sci* 71:438–442.
85. Singh U (2001) Functional properties of grain legume flours. *J Food Sci Technol* 38:191–199.
86. Akubor PI, Badifu GIO (2004) Chemical composition, functional properties and baking potential of African bread fruit kernel and wheat flour blends. *Int J Food Sci Technol* 39:223–229.
87. Kinsella JE (1976) Functional properties of proteins in foods: A survey. *Crit Rev Food Sci Nutr* 7:219–232.

88. Subagio A (2006) Characterization of hyacinth bean (*Lablab purpureus L. sweet*) seeds from Indonesia and their protein isolate. *Food Chem* 95:65–70.
89. Aloba AP (2003) Proximate composition and selected functional properties of defatted papaya (*Carica papaya*) kernel flour. *Plant Food Hum Nutr* 58:1–7.
90. Akubor PI, Obiegbuna JE (1999) Certain chemical and functional properties of ungerminated and germinated millet flour. *J Food Sci Technol* 36:241–243.
91. Sathe SK, Deshpande SS, Salunkhe DK (1982) Functional properties of winged bean proteins. *J Food Sci* 47:503–508.
92. Mustafa AI, Alwessali MS, SI-Busha OM, Al-Amia RH (1986) Utilization of cowpea flour and protein isolate in bakery products. *Cereals Food World* 31:756–759.
93. Anu, Sehgal S, Kawatra A (2007) Use of pearl millet and green gram flours in biscuits and their sensory and nutritional quality. *J Food Sci Technol* 44:536–538.
94. Sobczyk A., Pycia K., Stankowskib S., Jaworska G., Kuzniar P. Evaluation of the rheological properties of dough and quality of bread made with the flour obtained from old cultivars and modern breeding lines of spelt (*Triticum aestivumssp. spelta*). *Journal of Cereal Science*. 2017. N 77. P. 35-41.
95. М. Кравченко, О. Романовська, Т. Марусяк. Реологічні властивості бісквітного тіста з борошном зі спельти. *Товари і ринки*. 2021. №2. С. 94-102.

